



Ana Raquel Ribeiro Serra

Licenciada em Ciências de Engenharia do Ambiente

Incentivos para a Promoção da Eficiência Energética na Indústria

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente, Perfil de Engenharia de Sistemas Ambientais

Orientador: Professor Doutor João Miguel Dias Joanaz de Melo,
Professor Auxiliar com Agregação, Faculdade de Ciências e
Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa
Co-orientador: Eng.º João Manuel Gonçalves Serra Grilo, International
Water Association

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Rui Jorge Fernandes Ferreira dos Santos
Arguente: Doutor Nuno Alexandre Soares Domingues
Vogal(ais): Prof. Doutor João Miguel Dias Joanaz de Melo



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Novembro de 2018

Incentivos à Melhoria da Eficiência Energética no Setor da Indústria

Copyright © Ana Raquel Ribeiro Serra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

*“Ninguém se pode considerar partidário do progresso se não
aceitar as sugestões do progresso.”*

Jean Fourastié

Agradecimentos

Ao longo de 5 anos da minha formação, que está a culminar com a entrega da Tese não posso deixar de mencionar os meus sinceros agradecimentos a pessoas que desde sempre e de uma forma ou de outra me apoiaram nos inúmeros desafios, incertezas, alegrias, enfim em inúmeros “estados de alma” que passei na concretização do meu objetivo.

Não tendo sido o meu percurso académico solitário e por isso com o privilégio de ter excelentes professores quer por possuírem conhecimentos invejáveis quer por possuírem uma personalidade cooperativa quase que colegas, tal como, colegas solidários na partilha do conhecimento, na partilha das angústias e alegrias. E ainda, a pessoas que tive o privilégio de contactar que apesar de não serem do meu convívio permanente foram também decisivos para a concretização do meu objetivo permitindo-me ampliar os meus conhecimentos e criar amizade. A todos, e passando a citar:

Ao Professor Doutor João Joanaz de Melo, meu orientador. Meu professor das unidades curriculares Energia e Alterações Climáticas, Seminário de Política e Inovação em Ambiente e Avaliação de Risco Ambiental. Depressa me habitei ao rigor que caracterizava as suas aulas, do qual tirei vantagens imensas quer a nível académico quer para o meu desenvolvimento pessoal, onde tudo foi pautado pela ética profissional. Foi meu orientador, permitindo continuar a adquirir novas competências, desenvolvendo as minhas capacidades com um tema desafiante.

Ao co-orientador, Eng.^o João Grilo que também me acompanhou nestes seis meses de trabalho.

Ao Eng.^o António Galvão pela boa vontade de ter estado sempre disponível para ajudar contribuindo para discussões que me permitiram aprender e pela ajuda na aplicação do Ecoblok no software OpenLCA;

À ADENE, mais precisamente o Eng.^o Paulo Calau pela disponibilidade de me receber trocando ideias e ter facultado dados contribuindo para o enriquecimento da presente tese.

Ao Eng.^o Jaime Braga, responsável pela área de Energia e Ambiente na CIP, pela colaboração na divulgação do questionário e ter aceite ser entrevistado contribuindo também para o enriquecimento da presente tese.

À AIP, mais concretamente à Eng.^a Teresa Dias, pela colaboração na divulgação do questionário.

À Agência para o Desenvolvimento e Coesão, à Dr.^a Carla Leal pela disponibilização de informação referente aos fundos comunitários de projetos de energia.

E ainda, à equipa de investigação, Eng.^a Filipa Fernandes, Eng.^a Maria Sousa, e ao Eng.^o António Galvão que me receberam de forma extraordinária nos seus quotidianos e que diariamente me incentivaram, com discussões científicas e filosóficas, com os seus métodos de trabalho, contribuindo para o meu desenvolvimento pessoal.

Ao companheirismo que também acrescento em particular os meus colegas e amigos: Tânia, Marisa, Mariana, Cláudia, Cláudio, Sara.

Aos meus pais, por tudo.

Resumo

O crescimento do consumo de energia é um dos principais desafios globais. A nível nacional destaca-se a elevada dependência energética, as metas para a redução das emissões de gases de efeito de estufa e o custo da energia como condicionante da competitividade da indústria. A gestão da procura, através da adoção de medidas de racionalização de energia (MRE) é um fator determinante para solucionar os principais desafios nacionais. Como tal, os instrumentos de política devem ser elaborados e articulados de forma a que as barreiras associadas à implementação de MRE sejam minimizadas.

O presente estudo visou compreender as barreiras existentes à adoção de MRE, de forma a desenvolver orientações para incentivos eficazes. Neste sentido, foi efetuado um inquérito às empresas, uma análise ao Sistema de Gestão de Consumo Intensivo de Energia (SGCIE) e uma análise aos incentivos económicos existentes.

A revisão do SGCIE permitiu identificar como ponto positivo a divulgação das MRE. Porém, apenas 32 % do consumo de energia final da indústria transformadora é abrangida pelo SGCIE, o que indica a existência de um grande potencial de poupança energética ainda por explorar. Por outro lado, verificou-se um aumento da eficiência energética em todo o setor da indústria, embora na maioria dos casos as poupanças se limitem ao que é imposto, subaproveitando o potencial existente. Identificaram-se como principais barreiras à implementação de MRE: o período de retorno de investimento (PRI); as dificuldades de acesso ao financiamento bancário; e a excessiva complexidade de outros incentivos financeiros. Verifica-se que existe um potencial de poupança significativo em medidas com período de retorno entre três a sete anos, que em muitos casos não estão a ser adotadas por não serem financeiramente atrativas.

Propõe-se reorientar o sistema de incentivos no seguinte sentido: criação de incentivos tendo como alvo medidas com bom potencial de poupança e PRI entre três e sete anos, demonstrados em sede de auditoria; simplificação drástica dos processos para a obtenção de apoio financeiro; apoio direto a tipologias de MRE de alto desempenho, designadamente sob a forma de benefícios fiscais em sede de IRC. Relativamente a benefícios fiscais existentes, propõe-se a eliminação da isenção do ISP ao abrigo SGCIE; simultaneamente, sugere-se a revisão da taxa de carbono no sentido do seu aumento, universalização e reciclagem para promoção da eficiência energética, designadamente junto das empresas; em articulação com o CELE e o controlo da concorrência na EU, de forma a não prejudicar a competitividade das empresas portuguesas.

Palavras Chave: Eficiência energética; política energética, instrumentos de mercado, indústria

Abstract

The growth of energy demand is a major global challenge. At a national level, the high energy dependence, the targets for the reduction of emissions of greenhouse gases and the weight of the energy in the competitiveness' industry stand out. The management of energy consumption, through the adoption of energy efficiency measures (EEM), is a key factor to solve the main national challenges. Therefore, policy instruments should be developed and articulated to minimize the barriers associated with the implementation of EEM.

The present study aims to enhance the knowledge of EEM adoption barriers in order to develop guidelines for effective incentive. Thus, the methodology consisted in conducting a survey to industrial companies, a review of the mandatory mechanism for energy-intensive installations, the Intensive Energy Consumption Management System (SGCIE), and an analysis of the existing economic incentives.

The review of SGCIE indicates EEM dissemination as a positive outcome of the system. However, only 32% of final energy consumption of the manufacturing industry is covered by SGCIE, which proves the potential for energy savings still to be exploited. There has been an increase in energy efficiency across the industry sector, although in most cases energy savings are limited to what is imposed, undervaluing the actual potential. The main barriers to the implementation of EEM were identified: the period of return on investment; the difficulties of access to bank financing; and the excessive complexity of other financial incentives. There is a potential for significant savings in measures with payback periods ranging from three to seven years, which in many cases are not being adopted because they are not financially attractive.

Orientations to improve the incentive system include: the creation of incentives targeting measures good saving potential and payback period between three and seven years, proved through energy audits; a drastic simplification of procedures to obtain financial support; creation of direct incentives for high performance, through a deduction in corporate income tax. Regarding tax benefits, the ISP exemption under the SGCIE should be eliminated. Instead, the carbon tax should be revised, to become higher, universal and recycled for EEM promotion, particularly in the industry; articulating with the Emissions Trading System and competition control in the EU, since these measures can not be applied unilaterally without affecting the Portuguese enterprises' competitiveness.

Keywords: Energy efficiency; energy policy, market instruments, industrial sector

Índice

1.	Introdução.....	1
1.1.	Enquadramento	1
1.2.	Objetivos e âmbito.....	3
1.3.	Estrutura da dissertação	3
2.	Revisão de Literatura	5
2.1.	Caracterização do setor energético	5
2.2.	Política energética internacional, na EU e nacional.....	7
2.2.1.	Protocolo de Quioto.....	7
2.2.2.	Pacote Energia-Clima «20-20-20»	8
2.2.3.	Estratégia Nacional para a Energia (ENE2020).....	10
2.2.4.	Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE)	11
2.2.5.	Compromisso para o Crescimento Verde	12
2.3.	Eficiência energética no setor industrial.....	13
2.3.1.	Contexto industrial.....	13
2.3.2.	Benefícios da eficiência energética	15
2.4.	Identificação do potencial de redução e implementação de medidas	16
2.4.1.	Utilização racional de energia	16
2.4.2.	Sistemas de gestão de energia	19
2.5.	Tipos de instrumentos de política de ambiente.....	20
2.5.1.	Instrumentos Económicos e fiscais ou de mercado	21
2.5.2.	Instrumentos regulamentares ou de comando e controlo.....	22
2.5.3.	Instrumentos de informação e voluntários	22
2.6.	Mecanismos de promoção de eficiência energética	23
2.6.1.	Esquemas para a promoção de eficiência energética em Portugal – SGCIE & apoio ao financiamento	24
2.6.2.	Esquemas internacionais para a promoção de eficiência energética – Dinamarca, Alemanha, Japão, Suécia	27
2.7.	Constrangimentos à promoção da eficiência energética	33
2.7.1.	Efeito ricochete.....	33
2.7.2.	Barreiras numa perspetiva económica e não económica	33
2.7.3.	Tributação do uso de energia.....	35

3.	Metodologia	37
3.1.	Abordagem metodológica	37
3.2.	Visão empresarial.....	37
3.3.	Revisão do Sistema de Gestão de Consumo Intensivo de Energia (SGCIE).....	39
3.3.1.	Indicadores físicos e económicos	39
3.3.2.	Impactes evitados associados ao potencial de redução de energia.....	42
3.4.	Revisão do apoio ao investimento em eficiência energética	44
4.	Resultados e discussão	47
4.1.	Visão empresarial.....	47
4.1.1.	Inquérito: Eficiência energética na indústria – Barreiras e incentivos.....	47
4.1.2.	Entrevista.....	50
4.2.	Revisão do SGCIE	51
4.2.1.	Análise global	51
4.2.2.	Análise económica por tipologia de medida.....	58
4.2.3.	Melhoria do desempenho ambiental	66
4.2.4.	Expansão da aplicabilidade do SGCIE	72
4.3.	Revisão do apoio ao financiamento	73
4.3.1.	Fundo de Eficiência Energética (FEE)	73
4.3.2.	Quadros comunitários – QREN e Portugal2020	77
4.4.	Orientações para propostas de melhoria à eficiência energética	79
5.	Considerações finais	85
5.1.	Conclusões.....	85
5.2.	Limitações e recomendações.....	86
5.3.	Desenvolvimentos futuros	87
	Referências bibliográficas	89
	Apêndice I – Inquérito : Eficiência Energética na Indústria – Barreiras e Incentivos.....	96
	Apêndice II - Entrevista a Eng.º Jaime Braga (CIP) – Barreiras e Incentivos à promoção da eficiência energética.....	107
	Apêndice III – Impactes evitados por setor de atividade	109

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Dependência energética exterior dos estados- membros da União Europeia em 2016.....	5
Figura 2.2 – Evolução do mix energético.....	5
Figura 2.3 - Intensidade energética em Portugal	6
Figura 2.4 - Intensidade energética em Portugal por setor de atividade	7
Figura 2.5 - Evolução do consumo final de energia em Portugal	13
Figura 2.6 - Consumo de energia final por sub-setores da indústria transformadora	14
Figura 2.7 - Quota de consumo energético por fonte de energia nas indústrias transformadoras, em 2016)	14
Figura 2.8 - Instrumentos de política de Ambiente	20
Figura 2.9 - Impacte dos instrumentos de política no âmbito da eficiência energética no setor da indústria	24
Figura 2.10 - Programa Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia	25
Figura 3.1 – Processo metodológico.....	37
Figura 3.2 - Processo de divulgação do inquérito.....	38
Figura 3.3 - Fases do inquérito	39
Figura 3.4 - Software ACV: OpenLCA - Criação do mix de fontes para a eletricidade	43
Figura 4.1 - Caracterização da amostra inquirida.....	47
Figura 4.2 - Classificação do grau de importância de fatores que condicionam a adoção de medidas de eficiência energética	48
Figura 4.3 - Apoio ao financiamento de MRE	49
Figura 4.4 - Representatividade do SGCIE no consumo energético nacional	51
Figura 4.5 - Melhoria do desempenho energético na indústria transformadora registada no SGCIE – Poupança energética anual esperada	54
Figura 4.6 - Melhoria do desempenho energético na indústria transformadora registada no SGCIE: Poupança energética anual esperada face ao consumo energético.....	55
Figura 4.7 - Melhoria do desempenho energético nos restantes setores registados no SGCIE: Poupança energética anual esperada	56
Figura 4.8 - Melhoria do desempenho energético nos restantes setores registados no SGCIE: Poupança energética anual esperada face ao consumo energético	57
Figura 4.9 - Tratamento estatístico - PRI no setor da indústria transformadora.....	59
Figura 4.10 - Tratamento estatístico - PRI no setor dos restantes setores registados no SGCIE	59
Figura 4.11 - Período de retorno de investimento versus poupanças energéticas anuais na indústria transformadora	60
Figura 4.12 - Período de retorno de investimento versus poupanças energéticas anuais nos restantes setores abrangidos no SGCIE.....	61
Figura 4.13 –Preço médio da energia poupada versus custo de redução de energia unitária na indústria transformadora	65

Figura 4.14 – Preço médio da energia poupança versus custo de redução de energia unitário nos restantes setores do SGCIE	66
Figura 4.15 - Emissões de GEE evitadas pela indústria transformadora, segundo os fatores de emissão presentes no Despacho n.º 17313/2008	68
Figura 4.16 - Emissões de GEE evitadas pelos restantes setores registados no SGCIE	69
Figura 4.17 - Impactes evitados: indicadores de GHG, WA, PWL e PA.....	71
Figura 4.18 - Impactes evitados: Indicadores Indicadores RE e LU	72
Figura 4.19 - Impacte da expansão do SGCIE sobre a poupança energética anual	73

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Análise das emissões de GEE face às metas definidas no protocolo de Quioto em Portugal e na União Europeia	8
Tabela 2.2 - Análise das emissões de GEE face às metas para 2020 em Portugal e na União Europeia	9
Tabela 2.3 - Análise do progresso à meta referente à eficiência energética.....	9
Tabela 2.4 – Principais ações vinculativas definidas na Diretiva Eficiência Energética.....	10
Tabela 2.5 - Resultados de PNAEE face a poupanças acumulativas até 2014	11
Tabela 2.6 - Medidas transversais	17
Tabela 2.7 - Medidas específicas na indústria.....	18
Tabela 2.8- Instrumentos de política existentes na Dinamarca, Japão, Alemanha e Suécia.....	33
Tabela 3.1 - Agregação de setores de atividade	42
Tabela 4.1 - Análise por PRI no setor da indústria transformadora.....	52
Tabela 4.2 - Análise por tipologia de medidas da indústria transformadora registadas no SGCIE	62
Tabela 4.3 - Análise por tipologia de medidas dos restantes setores no SGCIE	64
Tabela 4.4 - Atribuição de incentivos financeiros no âmbito do FEE.....	74
Tabela 4.5 - Informação adicional às condições de apoio a financiamento	75
Tabela 4.6 - Revisão dos fundos de apoio a projetos de eficiência energética no âmbito do QREN e Portugal 2020.....	78
Tabela 4.7 - Valores das taxas de carbono no ano de 2015	80
Tabela 4.8 - Síntese das propostas	84

Lista de Abreviaturas

ADENE - Agência para a Energia

APA - Agência Portuguesa do Ambiente

DGEG - Direção Geral de Energia e Geologia

INE- Instituto Nacional de Estatística

PIB - Produto Interno Bruto

CAE - Classificação Portuguesa de Atividades Económicas

CEE - Consumo Específico de Energia

CELE - Comércio Europeu de Licenças de Emissão

CI – Custo de investimento

CIE - Instalações consumidoras intensivas de energia

CIEC - Código dos Impostos Especiais de Consumo

CRu – Custo de redução de energia unitário

DEE - Diretiva de Eficiência Energética

FAI – Fundo de Apoio à Inovação

FEE - Fundo de Eficiência Energética

FR – Fator de rentabilidade

GEE – Gases de Efeito de Estufa

IC – Intensidade Carbónica

ICI – Instalações Consumidoras Intensivas

IE – Intensidade Energética

IEI – Indústrias energeticamente intensivas

ISP – Imposto sobre Petrolíferos e energéticos

MRE – Medidas de Racionalização de Energia

MS – Medidas sectoriais

MT – Medidas transversais

PEna – Poupança energética anual esperada

PEca – Poupança económica esperada

PEnP – Preço médio de energia poupada

PPEC - Plano de Promoção de Eficiência no Consumo de Energia Elétrica

PMI – Pequenas e médias indústrias

PNAEE – Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética

PREn - Planos de Racionalização do Consumo de Energia

PRI - Período de retorno do investimento

PQ – Protocolo de Quioto

PVU – Período de vida útil

QREN - Quadro de Referência Estratégico Nacional

RFA – Reforma Fiscal Ambiental

SG – Sistemas de Gestão

SGA – Sistemas de Gestão Ambiental

SGCIE - Sistema de Gestão de Consumos Intensivos Energéticos

SGE – Sistemas de Gestão Energético

VEVs – Variadores eletrónicos de velocidade

1. Introdução

“The clear and present danger of climate change means we cannot burn our way to prosperity. We already rely too heavily on fossil fuels. We need to find a new, sustainable path to the future we want. We need a clean industrial revolution.”

Ban Ki-moon, 2011

1.1. Enquadramento

Com a industrialização, a energia tornou-se um recurso fundamental em todas as economias, contribuindo para o crescimento económico e social de cada país. No entanto, o seu consumo encontra-se sujeito a constrangimentos, destacando-se a procura crescente de energia à escala mundial e os impactes ambientais associados. Mais precisamente, o seu uso crescente tem contribuído para as alterações climáticas, através da emissão de gases de efeitos de estufa (GEE), assim como para impactes relacionados com: a extração de recursos, poluição atmosférica, poluição da água e do solo, e com o uso do solo.

Apesar de se observar nas últimas décadas sinais da transição de energia fóssil para energia limpa, o consumo de combustíveis fósseis, nomeadamente carvão, gás natural e petróleo, ainda constitui 80% do consumo global de energia (Li & Tao, 2017). No ano de 2010, o setor da indústria representou cerca de 36% do consumo global de energia final e das 45% do total de emissões de CO₂ (IPCC, 2014). O estabelecimento do protocolo de Quioto implicou uma transformação no sistema energético, tendo surgido a procura de mecanismos para mitigar as emissões de GEE.

A integração de várias políticas, nomeadamente programas de gestão de energia, padrões mínimos de desempenho de equipamentos e outros incentivos, desempenhou um papel fundamental na redução de 20% da intensidade energética na indústria nos últimos 16 anos (IEA, 2017b). Porém, segundo os cenários da WEC (2013b) estima-se que em 2050 o consumo de energia aumentará, e os combustíveis fósseis continuarão a ter um peso significativo na economia global. Ainda as projeções da EIA (2017) preveem um aumento de 18% do consumo global de energia no setor industrial de 2015 para 2040. A prioridade de cada economia deverá ser a diminuição dos impactes ambientais associados ao consumo de energia, através de investimento em energias renováveis e em eficiência energética.

A eficiência energética pode ser definida como o balanço entre entradas e saídas de um sistema, em que se procura rentabilizar a utilização de energia para realizar um processo de produção ou prestar um serviço, minimizando as perdas de energia e o consumo global de recursos de energia primária (UNIDO, 2008). Numa perspetiva económica, a eficiência energética pode ser avaliada pela razão entre o valor de produção e o custo do consumo energético, ou seja, a quantidade de atividade económica produzida a partir de uma unidade de energia (UNIDO, 2018). A eficiência energética reflete uma mudança do paradigma que começa a dar resposta a problemas associados ao fornecimento e ao consumo de energia, sendo por este motivo considerado um elemento essencial para atingir as metas do pacote Energia-Clima.

De um modo geral a eficiência energética implica benefícios a nível ambiental, económico e social e a redução dos impactes ambientais, simultaneamente com a redução da intensidade energética e o aumento da competitividade (Henzler *et al.*, 2017). Porém, os co-benefícios da eficiência energética não são totalmente reconhecidos, contribuindo para a falha no aproveitamento do potencial de redução de energia.

O facto do setor industrial representar uma área heterogénea no uso de tecnologia, permite que surjam oportunidades de melhoria nos processos de produção de modo a que estes sejam mais eficientes. Ou seja, a melhoria da eficiência energética na indústria permite a otimização de resultados e minimização de custos operacionais. No entanto, este potencial de eficiência energética não é aproveitado devidamente, constituindo ainda um desafio para os governos criarem mecanismos de política neste âmbito (IEA, 2017d).

De acordo com Andrea Trianni *et al.* (2013), as pequenas e médias empresas (PME) do setor industrial demonstram um cenário desfavorável face à poupança de energia. Sendo comprovado que cerca de dois terços deste grupo de indústrias revelam a ausência de normas e equipamentos que permitam mitigar os consumos energéticos. Enquanto que, apenas 29% e 4% das pequenas e médias empresas industriais implementaram medidas para controlar os recursos energéticos e dispõem de um sistema abrangente para a promoção da eficiência energética, respetivamente. Desta forma, verifica-se que as PME não consideram a eficiência energética e a melhoria ambiental como uma prioridade, centrando a sua atenção para o lucro e competitividade, com os recursos limitados que possuem.

A nível da União Europeia, o Comércio Europeu de Licenças de Emissões (CELE) regula o setor industrial, enquanto que a nível nacional os instrumentos financeiros correspondem aos mecanismos predominantes no setor industrial, permitindo o apoio ao investimento de tecnologias que promovam a eficiência energética (ADEME, 2015). Uma abordagem integrada de políticas e programas demonstra ser o método mais eficaz para promover a melhoria da eficiência energética nas indústrias (Awrence *et al.*, 2000).

No que diz respeito à situação nacional, destaque-se a elevada dependência energética externa do País, as metas para a redução das emissões de gases de estufa e de emissões de outros poluentes, o peso da energia na competitividade da indústria, e o grande potencial por explorar de poupança de energia, em especial na indústria. Apesar do CELE constituir um instrumento de mercado intracomunitário destinado para a regulação das emissões de GEE, este também contribui para a redução da intensidade energética. Contudo, o Sistema de Gestão de Consumo Intensivo de Energia (SGCIE) corresponde ao programa desenvolvido com a finalidade de minimizar efetivamente os consumos energéticos, tendo como principais destinatários as Indústrias Energeticamente Intensivas (IEI), e outros setores.

A melhoria da eficiência energética continua a ser uma questão complexa, sujeita a barreiras de mercado, nomeadamente barreiras de informação, financeiras e regulamentares. Segundo as projeções da IEA (2014) para 2035, prevê-se que dois terços do potencial de eficiência de

energia continuará sem ser explorado, a menos que as políticas existentes mudem. Para superar tais barreiras é fundamental a formulação de políticas e programas de natureza estratégica, com incentivos adequados, com especial atenção às pequena e médias empresas industriais.

1.2. Objetivos e âmbito

A presente dissertação tem como objetivo geral a identificação de barreiras ao progresso da eficiência na indústria transformadora, de modo a desenvolver orientações para a otimização e a criação de mecanismos de incentivo mais eficazes. Como tal, estabeleceu-se os seguintes objetivos específicos:

- i. Rever e sistematizar informação referente ao potencial de poupança de energia na indústria transformadora.
- ii. Explorar os mecanismos de incentivos referentes à energia na indústria, verificando a sua eficácia.
- iii. Formular orientações para a concretização de medidas custo-eficazes que promovam a eficiência energética.

O foco principal da dissertação é a indústria transformadora embora a análise do principal mecanismo de incentivo inclua outros setores de atividade.

1.3. Estrutura da dissertação

A dissertação encontra-se dividida em 5 capítulos, nomeadamente:

- i. Capítulo 1 - É apresentado o enquadramento ao tema de estudo e são definidos os objetivos, assim como a organização dos conteúdos a abordados.
- ii. Capítulo 2 – É composto pela revisão de literatura, onde se agrega um conjunto de materiais relacionados com a área de estudo: inclui uma breve caracterização energética a nível nacional, uma revisão das metas que Portugal se comprometeu a atingir, as vantagens e barreiras associadas à implementação de medidas de eficiência energética, e os instrumentos de política de eficiência energética que existem a nível nacional e a nível internacional.
- iii. Capítulo 3 – É constituído pela descrição do processo metodológico utilizado para o estudo, o qual inclui a elaboração do inquérito, o tratamento de dados provenientes da ADENE e da Agência para o Desenvolvimento e Coesão, e o método Ecoblok.
- iv. Capítulo 4 – São apresentados e discutidos os resultados obtidos no inquérito e da revisão do SGCIE e do apoio ao financiamento, assim como são apresentadas orientações para propostas de modo a promover uma melhoria na eficiência energética na indústria portuguesa.
- v. Capítulo 5 – É composto por uma síntese crítica dos resultados, e pelas limitações que se foram verificando no decorrer do estudo com recomendações para estudos futuros.

2. Revisão de Literatura

2.1. Caracterização do setor energético

O crescimento económico e a prosperidade futura são desafiados pelas crescentes necessidades de energia em todo o mundo. Apesar da crescente procura por alternativas, as economias globais encontram-se ainda fortemente dependentes de combustíveis fósseis, tal como é possível observar na figura 2.1 e 2.2. O indicador referente à independência energética tenciona avaliar a dependência das importações na economia, de forma a satisfazer as necessidades energéticas de cada país (Eurostat, 2018).

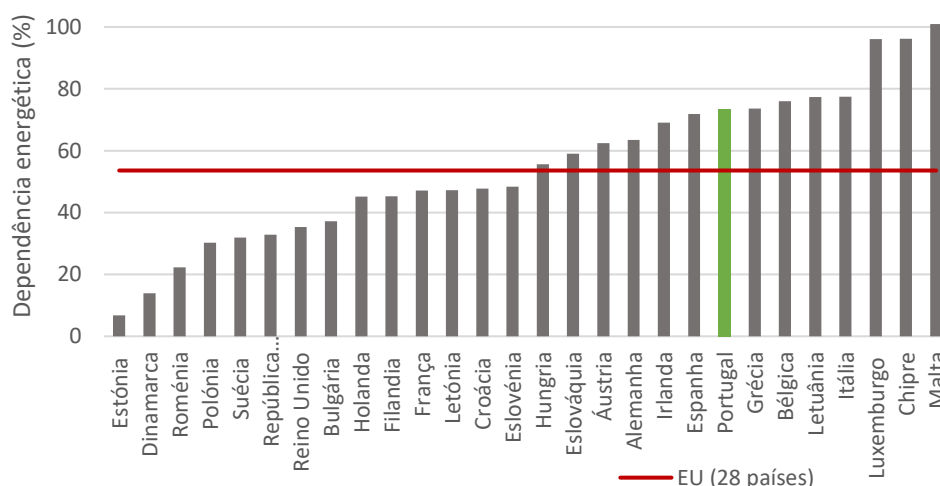


Figura 2.1 - Dependência energética exterior dos estados- membros da União Europeia em 2016 (Fonte: Eurostat, 2018)

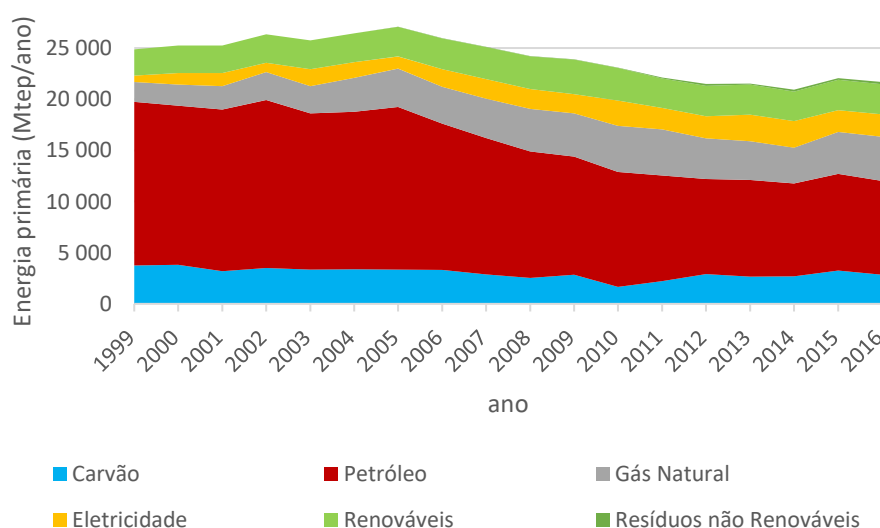


Figura 2.2 – Evolução do mix energético (ADENE, 2018c)

Em Portugal, a dependência energética representa cerca de 73,5 %, sendo o 8º país da União Europeia com maior dependência energética e estando aproximadamente 18% acima da média da União Europeia. Tal facto deve-se à ausência de reservas domésticas de combustíveis

fósseis. Segundo a DGEG (2018), no ano de 2016 verificou-se um decréscimo de 3,4%, face ao ano anterior, devendo-se principalmente à diminuição do saldo importador dos produtos energéticos e ao aumento na produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis.

De acordo com a EC (2013), a ausência de energia nuclear em Portugal de certa forma responsável pela elevada predominância do petróleo no mix energético. Todavia, na última década a aposta no gás natural e em energias renováveis permitiu uma redução da predominância de petróleo, e consequentemente uma diversificação no mix energético.

Atualmente, a redução da dependência energética do exterior corresponde a um dos principais objetivos a nível nacional, sendo a promoção da energia renovável e da eficiência energética uma via para tal. De modo a avaliar a eficiência energética, surge o indicador intensidade energética, que mede o consumo de energia por unidade de produto interno bruto. Pela figura 2.3, é possível observar uma evolução ao longo dos anos da intensidade energética, que traduz uma melhoria da eficiência no uso de energia.

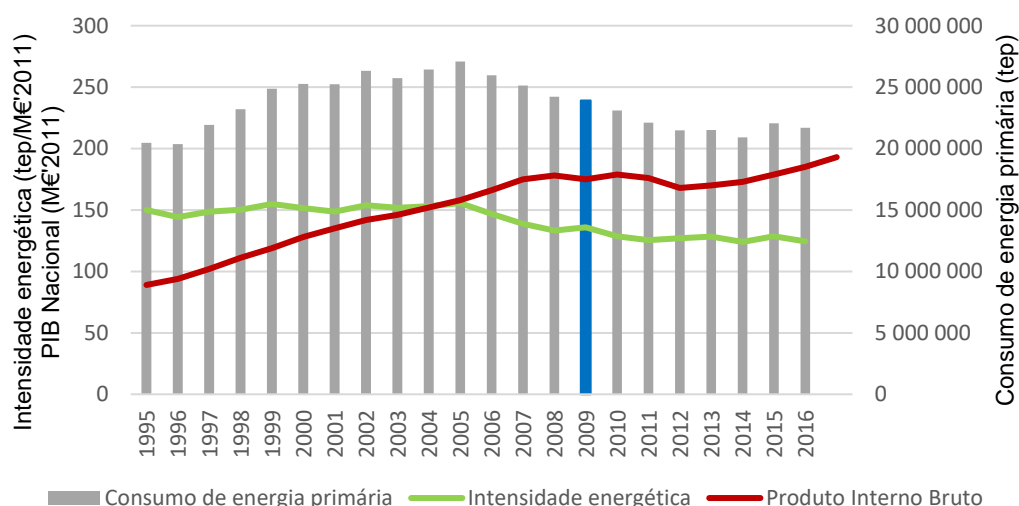
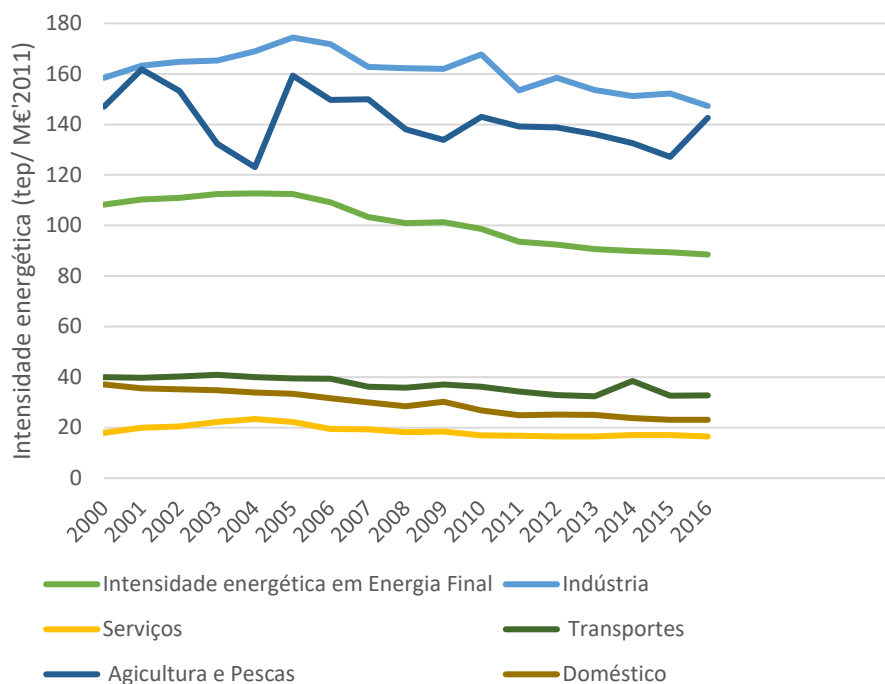


Figura 2.3 - Intensidade energética em Portugal (Adaptado de: ADENE, 2018a; PORDATA, 2018)

De modo geral, Portugal demonstra uma tendência de redução da intensidade energética, verificando um decréscimo no consumo de energia primária na maioria dos anos em que houve um aumento do PIB. Mais concretamente, a intensidade energética demonstra uma melhoria mais acentuada no período de 2006-2010. Porém a tendência é interrompida em 2009, provocada pela recessão económica que conduziu a um declínio do PIB, tendo excedido a poupança total de energia (EC, 2013). Comparando a evolução da intensidade energética em Portugal com a média da União Europeia, contata-se que em 2016, Portugal consumiu mais 14 tep para produzir um milhão de euros (ADENE, 2018b).

A intensidade energética depende de outros fatores para além da eficiência energética, nomeadamente a estrutura da economia e das atividades industriais, o clima, o mix de energia primária, e o nível de desenvolvimento e estilo de vida (IEA, 2014b; WEC, 2013a). Ou seja, o facto de Portugal investir em tecnologias que exploram fontes de energia renovável e do

consumo energético no setor residencial ser inferior ao da União Europeia, conduz a um enviesamento das conclusões, encobrindo uma intensidade energética de 27% superior à média da União Europeia (RCM n.º 20/2013). Assim sendo, torna-se relevante analisar a figura 2.4, que representa a intensidade energética de energia final por setor de atividade. Sendo que esta se baseia no rácio de energia final consumida dos setores de atividade económica e o valor acrescentado brutos dos respetivos setores.



Nota: A intensidade energética para os setores considera o VAB, exceto para o setor doméstico em que se considera as despesas de consumo final das famílias residentes, e a intensidade energética em energia final considera o PIB

Figura 2.4 - Intensidade energética em Portugal por setor de atividade (Fonte: ADENE, 2018a)

No que diz respeito à intensidade energética por setor de atividade em 2016, destaca-se o setor da indústria, com um valor de 147,3 tep/M€'2011, registando-se um decréscimo de 9,2% face ao ano de 2008. Para além da indústria, o setor da agricultura e da pesca apresenta uma intensidade energética elevada comparativamente ao setor dos transportes e doméstico, o qual exprime um valor de 147,3 tep/M€. Comparando com a média da União Europeia o setor da indústria e dos transportes revelam um desempenho inferior (EC, 2013).

2.2. Política energética internacional, na EU e nacional

2.2.1. Protocolo de Quioto

Atualmente, a quantidade de GEE emitida para a atmosfera tem sido alvo de preocupação, tendo sido estabelecidas metas para mitigá-las. Em 2013, os processos industriais corresponderam a 9% das emissões, sendo os principais setores de preocupação o setor da energia e dos transportes. A procura por compromissos no âmbito de energia-clima, permitiu a delimitação de uma meta de redução de emissões de GEE de 8% face a 1990, direcionada para

os 15 estados-membros que assinaram o Protocolo de Quioto. Portugal, por sua vez, comprometeu-se a limitar o aumento das emissões até 27%, relativamente 1990. O cumprimento desta meta estava previsto para o período entre 2008 a 2012 (APA, 2015a; EEA, 2012). A figura 2.1 apresenta de forma resumida os valores de emissões de GEE verificados em Portugal e na União Europeia, comparando com a meta estabelecida no Protocolo de Quioto.

Tabela 2.1 - Análise das emissões de GEE face às metas definidas no protocolo de Quioto em Portugal e na União Europeia (Adaptado de: EEA, 2014)

	Emissões de GEE							Meta PQ 2008-2010	Evolução 1990 – 2008	Evolução 1990 – 2009	Evolução 1990-2012
	1990	2005	2008	2009	2010	2011	2012				
	(Mt CO ₂ e)								%		
UE-15	4 262	4 183	4 007	3 722	3 803	3 650	3 619	-8	-6	-13	-15
Portugal	60	87	77	74	70	69	67	27	28	23	12

Ao analisar a tabela anterior, constata-se que já em 2009, as metas tinham sido ultrapassadas, tanto para Portugal como para os 15 estados-membros. Tendo Portugal conseguido limitar cerca de 23 % das emissões e a UE-15 alcançou uma redução de 13 %. Este progresso apesar de ser um resultado de uma melhoria na intensidade energética e carbónica, também se deveu à recessão, que teve início em 2008.

Mais recentemente foi estabelecido o Acordo de Paris, que apresenta como objetivo central o combate contra as alterações climáticas através da limitação a temperatura média global a um valor inferior a 2°C em relação aos níveis pré-industriais e limitar o aumento da temperatura a 1,5°C. O Acordo de Paris visa, ainda, ampliar as capacidades de lidar com os impactos das alterações climáticas, e contribuir para que os fluxos financeiros estejam associados a baixas emissões de GEE (UN, 2015). De modo a cumprir estes objetivos foi elaborado o Roteiro da Neutralidade Carbónica para 2050, que apresenta cenários macroeconómicos e trajetórias alternativas até 2050 para todos os setores.

2.2.2. Pacote Energia-Clima «20-20-20»

Em 2007, foi estabelecido um quadro de metas para alcançar até 2020, pelos estados-membros da EU, que serve de base para a Estratégia Europa 2020. O pacote Energia-Clima estabeleceu 3 metas principais, nomeadamente a redução de 20 % das emissões de GEE face a 1990, o fornecimento de energia com 20 % fonte renovável, e por último uma melhoria de 20% na eficiência energética, relativamente às projeções segundo o modelo PRIMES da CE de 2007. No que diz respeito à meta referente à redução das emissões, é definido uma redução mínima de 20 % para a União Europeia, enquanto que a nível nacional foi estipulado uma limitação de 1% no aumento das emissões nos setores não-CELE, relativamente ao ano de 2005 (Decisão N.º 406/2009/CE). O regime comunitário de comércio de licenças de emissão é o instrumento de política recorrido para reduzir as emissões no setor da eletricidade e no setor da indústria. A tabela 2.2 disponibiliza os valores de emissões e o progresso face à meta para 2020, em Portugal e na União Europeia.

Tabela 2.2 - Análise das emissões de GEE face às metas para 2020 em Portugal e na União Europeia (Adaptado de: EEA, 2018a; RCM n.º 56/2015)

	Emissões de GEE						Meta-2020	Evolução 1990-2016	Evolução 2005-2016
	1990	2005	2010	2012	2014	2016			
	Mt CO ₂ e						%	%	%
UE-28	5 650	5 220	4 777	4 557	4 291	4 293	-20	-24	-18
Portugal (Não-CELE)	-	51	47	44	39	42	1	-	-18

Pela evolução das emissões de GEE observada na tabela 2.2, é possível comprovar que tanto Portugal como a União Europeia estão num bom caminho para alcançar as metas para 2020, verificando-se já no ano de 2016 uma redução de 24 % das emissões face a 1990 na União Europeia. Quanto a Portugal no ano de 2016 conseguiu reduzir cerca de 18 % relativamente a 2005, refletindo um resultado mais positivo do que o esperado pela meta.

Por outro lado, para 2030 e 2050 foram definidas metas mais exigentes, - 40% e -80% face a 1990, respetivamente, que pelas projeções nacionais não serão possíveis de alcançar com as atuais políticas e medidas existentes (EEA, 2017a, 2018b).

No que diz respeito à meta referente à eficiência energética, pretende-se reduzir no mínimo 20 % do consumo de energia primária face às projeções realizadas em 2007, correspondendo a uma poupança energética de 368 Mtep até 2020. Em Portugal, foi definida uma meta mais ambiciosa, de -25 % do consumo de energia primária. Através da tabela 2.3 é possível analisar o progresso da UE e de Portugal para a meta referente à eficiência energética.

Tabela 2.3 - Análise do progresso à meta referente à eficiência energética (Adaptado de: Diretiva 2012/27/UE, 2012; EEA, 2018b; Eurostat, 2017)

Projeção do consumo de energia primária 2020		Meta Europa 2020		Consumo de energia primária					Taxa de execução 2020	
		(face à projeção para 2020)		2005	2013	2014	2015	2016	2014	2016
	(Mtep)	(%)	(Mtep)	(Mtep)					(%)	
EU-28	1 842,0	-20	1 474,0	1 713,3	1 571,2	1 508,6	1 531,9	1 542,7	2	4
PT	30,0	-25	22,5	24,9	21,0	20,6	21,7	22,1	8	2

Pela tabela 2.3, verifica-se que até 2014 ocorreu um decréscimo no consumo de energia primária na a UE, faltando apenas 2% para atingir um consumo de 1 474 Mtep. Porém, nos anos seguintes observa-se um aumento do consumo, podendo por em causa o cumprimento da meta, caso nos próximos 4 anos continue a aumentar. No que diz respeito à situação nacional, em 2014, já a meta tinha sido alcançada, conseguindo estar 8% abaixo do consumo máximo estipulado. Todavia, assim como no panorama da UE, registou-se um aumento do consumo em 2015 e 2016, passando a estar 2% abaixo do consumo máximo definido.

Para dar seguimento às metas anteriores, foram reforçadas novas metas clima e energia para 2030, passando a ser necessário atingir uma redução de 40% das emissões de GEE e de 27%

no consumo de energia primária, e alcançar pelo menos 27 % de energias renováveis no Diretiva de Eficiência Energética

A Diretiva Eficiência energética, (Diretiva 2012/27/UE), obriga os Estados-Membros a definirem objetivos nacionais no âmbito da eficiência energética, de forma apoiar a UE a cumprir a meta estabelecida na Estratégia Europa 2020. Como em 2011, o Conselho Europeu concluiu que a meta referente à eficiência energética não estava em vias de ser alcançada, foi estabelecido um quadro de ações vinculativas. A tabela 2.4 apresenta alguns dos objetivos vinculativos que se destacam na Diretiva Eficiência Energética.

Tabela 2.4 – Principais ações vinculativas definidas na Diretiva Eficiência Energética

Ações vinculativas	
Aquisição por organismos públicos	Os organismos públicos devem adquirir serviços, produtos com elevado desempenho energético, assim como atuar ao nível do desempenho energético dos edifícios, segundo determinados requisitos.
Regime de obrigação de eficiência energética	Os fornecedores de energia terão de incentivar os consumidores finais a reduzir o consumo, sendo necessário alcançar economias de energia de pelo menos 1,5 % por ano, face à média das vendas anuais de energia no período de 2010 a 2012.
Auditorias energéticas	As grandes empresas têm obrigação de realizar auditorias energéticas com uma periodicidade de 3 anos; e devem ser criados programas de incentivo para as PME efetuarem auditorias;
Contagem e informação sobre a faturação	Os consumidores finais devem ter acesso à informação referente ao seu consumo de energia, tendo os Estados-Membros a obrigação de disponibilizar contadores a preços competitivos e fornecer as informações sobre a faturação de modo preciso e gratuitamente.
Regime de qualificação, acreditação e certificação	Os Estados-Membros têm a responsabilidade de introduzir sistemas de certificação, acreditação ou qualificação para garantir a competência técnica na prestação de serviços relacionados com energia.
Programa de informação e de participação dos consumidores	Os Estados-membros devem definir medidas para promover o uso eficiente de energia, incluindo-as numa estratégia nacional.

2.2.3. Estratégia Nacional para a Energia (ENE2020)

De modo a cumprir os objetivos estabelecidos para política energética, o governo português desenvolveu a Estratégia Nacional para a Energia, tendo como horizonte 2020.

De acordo com RCM n.º 29/2010, a ENE 2020 é constituída por cinco eixos, que definem uma série de medidas de forma a promover o crescimento e a independência energética, através do investimento em energia renovável e em eficiência energética, estabelecer uma agenda para a competitividade. E ainda, assegurar a segurança de abastecimento e salvaguardar os compromissos relativamente a políticas comunitárias no âmbito das alterações climáticas e energia. No que diz respeito à temática de eficiência energética, a ENE 2020 apresenta o eixo 3 “Promoção da Eficiência Energética”, que visa a redução do consumo final de energia em 2020,

através da aposta em medidas comportamentais e económicas, de projetos inovadores, nomeadamente veículos elétricos, redes inteligentes, produção descentralizada, otimização dos modelos de iluminação pública e de gestão energética de edifícios. O facto de não terem sido estabelecidas metas específicas para a área da indústria conduziu a uma menor aposta de medidas comportamentais e económicas na indústria, face a outras áreas. Porém, o setor da indústria corresponde ao segundo setor com maiores consumos energéticos, o que leva a crer que este setor deveria ter tido um maior destaque na definição da estratégia nacional para a energia.

2.2.4. Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE)

O Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética é um instrumento de planeamento energético que define medidas para ser possível alcançar as metas e compromissos internacionais referentes a eficiência energética. O PNAEE 2008 foi constituído por quatro áreas específicas de atuação, mais precisamente estado, residencial e serviços, indústria, transportes e comportamentos. E, ainda é composto por três áreas transversais. As áreas que o PNAEE abrange, englobavam 12 programas, sendo de destacar o programa Sistema Eficiência Energética na Indústria, a Fiscalidade Verde e o Fundo de Eficiência Energética.

O PNAEE 2008, designado também por Portugal Eficiência 2015, incorporou um conjunto de 50 medidas como meio de alcançar uma redução de 10% do consumo de energia final até 2015, nos termos da Diretiva 2006/32/CE, isto é 10 % da média de consumos de 2001 a 2005. Depois de revisto, o PNAEE mais recente pretende priorizar a eficiência energética nas políticas nacionais, dando continuidade às medidas estabelecidas anteriormente, com a adição da agricultura às áreas específicas, passando a agregar dez programas e projetando novas metas para 2020. Estima-se que a poupança promovida pela PNAEE até 2016 corresponda a cerca de 8,2% face à média verificada entre 2001 e 2005, valor aproximado ao acordado pela UE, de 9%.

De acordo com o estudo de impacte do plano no cumprimento das metas, verificou-se que até 2014 o PNAEE contribuiu cerca de 67% e 47% para as metas de 2016 e de 2020, respetivamente. A tabela 2.5 demonstra a contribuição de cada área específica para as metas (PNAEE, 2017)

Tabela 2.5 - Resultados de PNAEE face a poupanças acumulativas até 2014 (Adaptado de: PNAEE, 2017; RCM n.º 20/2013)

Área específica	Meta 2016	Energia poupada final 2014	Energia primária poupada - 2014	Execução Meta 2016	Redução de GEE - 2016	Meta 2020	Taxa de execução à meta 2020	Redução de GEE - 2020
	tep	tep	tep	%	tCO ₂	tep	%	tCO ₂
Transportes	344 038	301 070	297 923	88	227 273	406 815	73	422 441
Residencial e serviços	634 265	418 506	511 738	66	1 400 941	1 098 072	47	2 543 735
Indústria	365 309	249 625	260 167	68	399 504	521 309	50	890 765
Estado	106 380	25 249	36 245	24	489 647	295 452	12	1 108 715

Área específica	Meta 2016	Energia poupada final 2014	Energia primária poupada 2014	Execução Meta 2016	Redução de GEE 2016	Meta 2020	Taxa de execução à meta 2020	Redução de GEE 2020
	tep	tep	tep	%	tCO ₂	tep	%	tCO ₂
Comportamentos	21 313	15 657	24 058	73	0	32 417	48	0
Agricultura	30 000	0	0	0	92 571	40 000	0	123 541
Total do PNAEE	1 501 305	1 010 107	1 130 131	67	2 609 936	2 394 065	47	5 089 197

Espera-se que com as medidas definidas no PNAEE, seja possível alcançar um consumo de 22,1 Mtep estimando uma maior contribuição na área dos transportes, residencial e serviços e da indústria. Ainda se previu uma redução de 2 609 396 e 5 089 197 tCO₂ para 2016 e 2020, respetivamente. Ao comparar as taxa de execução às metas para a indústria de 2016 e de 2020, verifica-se que a meta para 2020 é pouco ambiciosa face à de 2016, uma vez que em 2014 já se tinha alcançado a uma taxa de 50 % para 2020, enquanto que para se cumprir a meta de 2016 seria necessário atingir 32 % em dois anos.

2.2.5. Compromisso para o Crescimento Verde

Após os resultados do quinto relatório do IPCC e da conclusão do Programa de Assistência Económica e Financeira, Portugal considerou necessário a elaboração do Compromisso para o Crescimento Verde, de modo a estabelecer linhas orientadoras para um crescimento económico verde. O Compromisso é composto por 14 objetivos para dois horizontes temporais, 2020 e 2030, estando estes enquadrados em 3 dimensões: crescimento, eficiência e sustentabilidade. No que diz respeito à eficiência destaca-se o objetivo 7, destinado ao aumento da eficiência energética, que define uma meta específica para a intensidade energética. O Compromisso define uma redução de 5,4 % e 22 % na intensidade energética para 2020 e 2030, respetivamente, face a 2013. Nesta área a coligação defende o alargamento dos limiares de abrangência do SGICIE, a promoção do uso de tecnologias custo-eficazes, a promoção do autoconsumo e o apoio ao investimento em I&D como iniciativas que possam contribuir para a melhoria da eficiência energética. Outro objetivo a mencionar corresponde à redução das emissões de CO₂, estabelecendo uma redução de 87,8 Mt CO₂ em 2005 para 68,0 - 72,0 Mt CO₂ e 52,7- 61,5 Mt CO₂ para 2020 e 2030, respetivamente (MAOTE, 2015). Assim sendo, espera-se alcançar estas metas com as políticas e medidas definidas no Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC).

Ainda para a temática da indústria, a coligação para o crescimento verde identifica a promoção da utilização de sistemas de cogeração e a utilização de combustíveis alternativos no mix energético como iniciativas para aumentar a eficiência energética (MAOTE, 2015).

2.3. Eficiência energética no setor industrial

2.3.1. Contexto industrial

A indústria, apesar de representar apenas 5,6% das empresas existentes em Portugal em 2016, apresenta uma importância fulcral na economia portuguesa (INE, 2018). Por sua vez, a indústria transformadora caracteriza-se pela execução de um conjunto de processos de produção, visando a transformação de matérias-primas em novos produtos. Para tal, este setor requer uma variedade de fontes energéticas para os seus processos produtivos, sendo responsável por 27,3% do consumo energético a nível nacional.

Relativamente ao consumo energético nacional, é possível observar na figura 2.5, a evolução do consumo de energia final por setor de atividade.

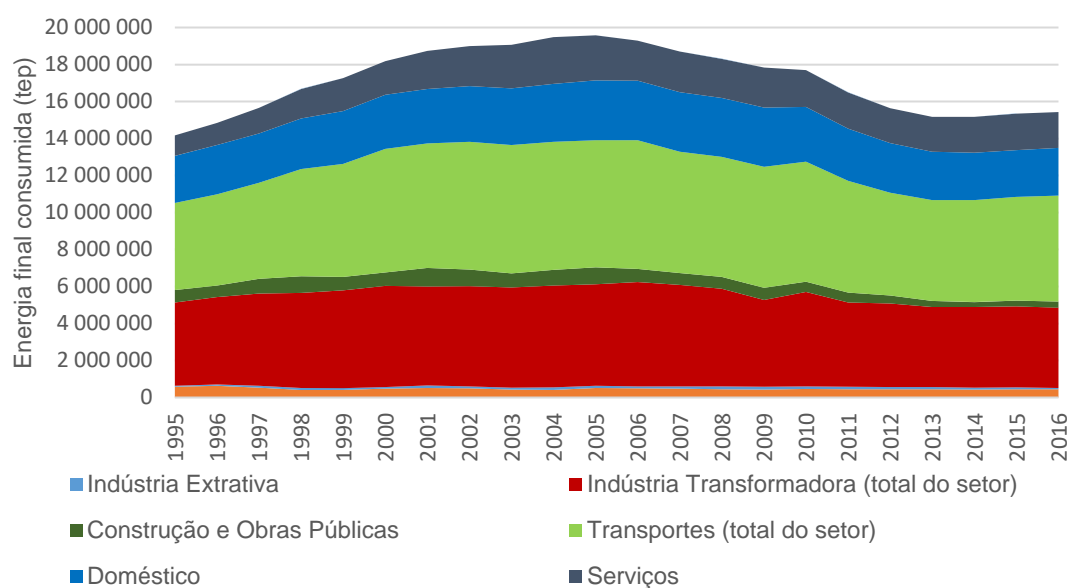


Figura 2.5 - Evolução do consumo final de energia em Portugal (Fonte: ADENE, 2018a)

Uma análise à figura 2.5 permite constatar um aumento do consumo de energia final até ao ano 2005, seguido de uma diminuição progressiva nos anos seguintes, verificando-se um maior realce a partir de 2010. Esta redução corresponde à alteração do padrão de consumo provocado pela crise económica, que implicou uma redução nas atividades económicas, não estando, desta forma, apenas associado ao impacte de medidas de eficiência energética. Ainda é possível identificar um maior consumo de energia no setor dos transportes, representando cerca de 36% da energia final consumida em 2016. A indústria transformadora, por sua vez, corresponde ao segundo setor com maior consumo de energia final, representando cerca de 27,3% da energia final consumida a nível nacional. Apesar da diminuição verificada, os setores apresentam taxas de crescimento médio anual pouco significativas, mais precisamente a indústria revelou ter apenas uma taxa de crescimento médio anual de -0,2% entre 1995 e 2016, refletindo uma desaceleração pouco acentuada do consumo energético. Analisando os consumos a nível da União Europeia, verifica-se um menor domínio do setor industrial no consumo energético

comparativamente ao panorama nacional. O consumo energético europeu mostra um maior consumo no setor dos transportes, tendo uma menor representatividade que Portugal, e no setor doméstico (ADENE, 2018a).

De modo a ter uma maior perceção do consumo energético no setor da indústria, apresenta-se a figura 2.6, onde é possível observar as quotas correspondentes ao consumo de energia final por sub-setor da indústria transformadora.

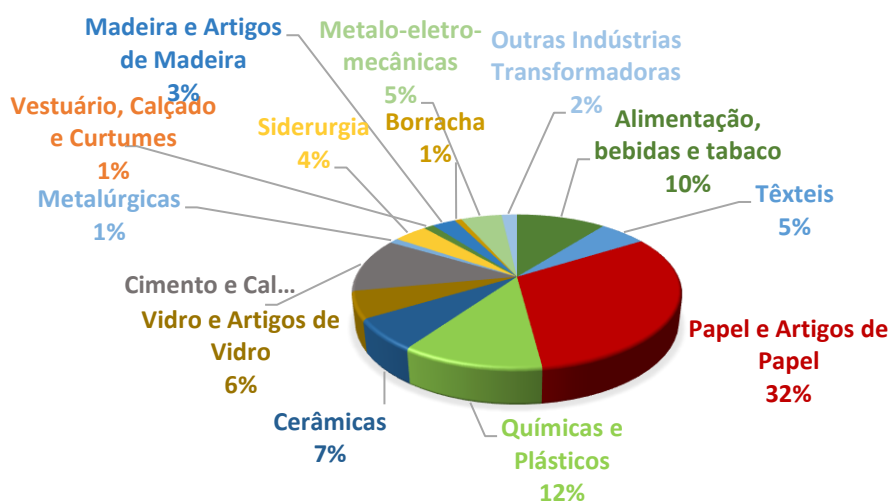


Figura 2.6 - Consumo de energia final por sub-setores da indústria transformadora (Fonte: ADENE, 2018a)

A nível nacional, destaca-se um consumo mais elevado por parte do setor do papel e de artigos de papel, representando 32% do consumo, em 2016. De seguida, destaca-se o setor químico e plástico e o setor do cimento e da cal com uma representatividade de 12% e 11% da energia final consumida no setor da indústria transformadora, respetivamente.

Como mencionado anteriormente, o panorama nacional relativamente ao consumo de petróleo reduziu, surgindo uma maior participação de outras fontes, nomeadamente o gás natural e as energias renováveis. A figura 2.7, permite visualizar as quotas correspondentes ao consumo energético por fontes na indústria transformadora.

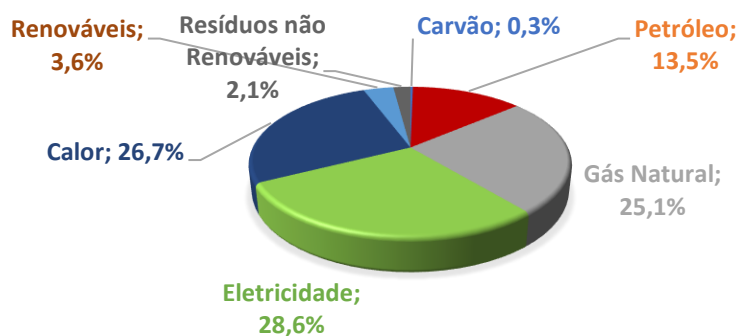


Figura 2.7 - Quota de consumo energético por fonte de energia nas indústrias transformadoras, em 2016 (Fonte: ADENE, 2018a)

Segundo a DGEG (2018), o ano de 2009 foi marcado por um decréscimo do consumo energético a nível nacional, e o setor da indústria transformadora não foi exceção. Neste ano verificou-se um decréscimo do consumo, principalmente de petróleo, carvão e gás natural. No ano de 2011 começou a haver uma tentativa de descentralização do consumo de petróleo, passando a ser consumido mais gás natural e menos petróleo, assim como no ano de 2012, ocorreu um aumento acentuado do consumo de energia renováveis. Pela observação da figura 2.6, é possível destacar a eletricidade como a maior fonte energética, correspondendo a 28,6% do consumo. Apesar do decréscimo do consumo de petróleo e do aumento das energias renováveis, ainda se verifica uma maior utilização de petróleo do que energia renovável, representando 13,5% e 3,6% do consumo total, respetivamente.

No que diz respeito à eficiência energética no setor industrial, vigoram dois esquemas, o Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE) e o Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia (SGCIE). Sendo o CELE um instrumento de política direcionado para a mitigação das emissões de GEE, este instrumento não cria obrigações diretas de melhoria de eficiência energética. O regime CELE é um mecanismo que promove um mercado para controlar a poluição através de incentivos económicos, ou seja, baseia-se na criação de um mercado de compra e venda de licenças de emissão a partir de leilões (APA, 2015b).

Segundo os dados do INE (2018), as pequenas e médias empresas demonstram constituir a grande maioria de empresas em Portugal, representando cerca de 99,9% das empresas existentes em Portugal. Mais concretamente as pequenas e médias empresas do setor da indústria transformadora correspondem a 99,5% do total de empresas do setor da indústria transformadora. Esta constatação permite compreender que este setor é um elemento fundamental para o crescimento económico, para a inovação, para a empregabilidade e para integração social a nível nacional (Viesi et al., 2017).

De acordo com a definição da CE (2003), as empresas são classificadas como PME quando incluem um número de colaboradores inferior a 250 e um volume de negócios inferior a 50 milhões de euros por ano e / ou um balanço total anual que não exceda 43 milhões de euros. Enquanto que uma pequena empresa é definida como uma empresa que emprega até 50 indivíduos e apresenta um volume de negócios e ou um balanço total inferior a 10 milhões de euros por ano. E, uma micro empresa caracteriza-se por um máximo de 10 colaboradores e um volume de negócios e/ou um balanço total que não exceda os 2 milhões de euros por ano.

2.3.2. Benefícios da eficiência energética

Numa perspetiva empresarial, a eficiência energética é uma componente importante a integrar nas estratégias empresariais, na medida em que gera benefícios económicos diretos. Destacam-se a promoção da competitividade e da inovação tecnológica, otimizando a produção através da redução dos custos de manutenção, do tempo de produção e de desperdícios (IEA, 2014a, 2017b; WEC, 2013a). A adoção de medidas de eficiência energética para além de contrapartidas a nível da produtividade e de poupanças diretas monetárias e de consumo energético, contribui

para a melhoria da imagem das indústrias. Adicionalmente, o aumento dos preços de energia é uma ameaça para as empresas, tendo um impacto negativo na competitividade, o que pode consequentemente promover uma diminuição na produção. A implementação de medidas de eficiência energética contribui para a mitigação do risco associado a volatilidade dos preços dos combustíveis (ECON, 2003 *apud* Thollander, 2008).

As indústrias são vistas como uma das principais fontes que contribuem para a degradação ambiental, através das emissões GEE, porém estas também são vulneráveis a estes mesmo efeitos. As alterações climáticas, mais concretamente o aumento de eventos extremos, agravados pelo consumo excessivo de combustíveis fósseis, influenciará certamente a produção nas indústrias, não havendo outra opção, exceto a adaptação e mitigação. Deste modo, a mitigação das emissões implica o investimento na eficiência energética, a na melhoria da gestão ambiental de equipamentos e processos, e na alternância de fontes energéticas (UNIDO, 2011). Segundo o IPCC, (2007) a redução dos GEE, tem efeitos mundialmente, no entanto verificam-se efeitos mais significativos a nível local e regional por parte dos co-benefícios. A melhoria da eficiência energética ainda tem impactos indiretos na redução de impactos dos poluentes atmosféricos, nomeadamente na saúde.

Relativamente ao impacto da eficiência energética numa perspetiva social, tem-se identificado impactos diretos e indiretos no emprego, nomeadamente empregos referentes à fabricação, instalação, manutenção e reparação de equipamentos de eficiência energética ou referentes à monitorização e controlo, e empregos relacionados com serviços, como por exemplo auditorias, e implementação de sistemas de gestão energético (Cambridge Econometrics, 2015; Henzler et al., 2017). Para além de impactos na criação de emprego, a implementação de eficiência energética pode melhorar as condições de trabalho nas instalações industriais, assim como melhorar a qualidade de vida da sociedade (IPCC, 2007; UNIDO, 2011).

A eficiência energética também pode desempenhar um papel importantes nas PME, ao mitigar os seus riscos. A limitação financeira subjacente às PME leva a que estas sejam os alvos mais vulneráveis às alterações das condições de mercado de crédito, e os bancos tendem a não ter motivação para se associarem a estas empresas, visto que os custos de transação de pequenos empréstimos são proporcionalmente mais elevados. Apesar do decréscimo dos preços de energia em muitos países, os custos de energia podem ser um fator limitante para a lucratividade das PMEs, sendo outro dos riscos associados. A aposta na eficiência energética pode contribuir para a redução destes riscos, e permitir o acessos a prémios de seguro mais reduzidos (IEA, 2015).

2.4. Identificação do potencial de redução e implementação de medidas

2.4.1. Utilização racional de energia

A melhoria do desempenho energético das instalações encontra-se associada ao conceito de utilização racional de energia (URE). Este baseia-se num conjunto de medidas que permitem economizar a energia, e consequentemente reduzir os custos associados ao consumo, assim

como as emissões de poluentes para a atmosfera (Almeida et al., 2005). A URE tende a ter custos iniciais elevados, porém os equipamentos mais eficientes tendem a compensar no futuro, sendo um elemento cada vez mais considerado no setor domésticos e no setor da indústria e serviços.

No âmbito do programa nacional, as medidas racionalização de energia (MRE) são classificadas como medidas transversais e medidas específicas. As medidas transversais incluem as ações ou tecnologias em que é possível implementar em todos os setores da indústria (RCM n.º 20/2013). Este grupo de medidas tende a ter um maior impacto no aumento da eficiência energética, o qual representa cerca de 91% do potencial de redução global identificado (ADENE, 2018b). As tipologias de medidas transversais existentes encontram-se apresentadas na tabela 2.6.

Tabela 2.6 - Medidas transversais

Âmbito	Tipologia de medidas
Sistemas acionados por motores elétricos	Otimização de motores Sistemas de bombagem Sistemas de ventilação Sistemas de compressão
Produção de calor e frio	Cogeração Sistemas de combustão Recuperação de calor Frio Industrial
Iluminação eficiente	Iluminação
Eficiência no processo industrial – Outros	Monitorização e controlo Formação e sensibilização de recursos humanos Manutenção de equipamentos consumidores de energia Integração de processos Isolamentos térmicos Redução da energia reativa Transportes Tratamento de efluentes

As medidas transversais dividem-se em quatro grupos de atuação tecnológica, nomeadamente motores elétricos, produção de calor e frio, iluminação e outras medidas relacionadas com o processo industrial. No que diz respeito aos motores elétricos é possível atuar a nível da otimização de motores e a nível dos sistemas de bombagem, ventilação e de compressão. A utilização de variadores eletrónicos de velocidade (VEVs), a substituição de equipamentos por mais eficientes, o aproveitamento do calor dos compressores, e a análise e seleção de fatores para a otimização de cada sistema destacam-se como medidas no âmbito dos motores elétricos. Relativamente à produção de calor e frio, recorre-se às Melhores Técnicas Disponíveis (MTDs) e às estratégias de otimização e de controlo, e à seleção de uma variedade de tecnologias, como turbinas de vapor, permutadores de calor, bombas de calor e recompressão de vapor, entre outras para alcançar economias de energia. No que diz respeito à iluminação eficiente, destacam-se medidas como o uso de equipamentos com elevado rendimento, adoção de sistemas de comando e controlo automático, a seleção de lâmpadas mais adequadas, entre outras. As medidas relacionadas com os processos industriais, envolvem ações de formação e sensibilização, a implementação de sistemas de controlo e monitorização, e a manutenção e reparação de equipamentos. Quanto à tipologia referente aos transportes, a implementação de

sistemas de gestão de combustível, a monitorização dos consumos e a optimização de cargas e de motores eléctricos contribuem para as poupanças energéticas. O investimento em isolamentos térmicos, o planeamento de uma estratégia de integração de processos e a atuação a nível das reduções de potência reativa são outras medidas que promovem a eficiência energética nas instalações no âmbito dos processos industriais. Ainda, o tratamento anaeróbio de águas residuais e a utilização de tecnologias de membranas podem contribuir para a redução do consumo (Calau et al., 2010).

As medidas específicas, presentes na tabela direccionam-se a determinados subsectores industriais, verificando-se poupanças energéticas menores relativamente às medidas transversais. O PNAEE também considera outro grupo de medidas, isto é, as medidas de outros setores. Este grupo inclui medidas implementadas nos restantes setores abrangidos no SGCIE, relacionadas com projetos de cogeração e ações que contribuam para o aumento da eficiência energética (Calau et al., 2010; RCM n.º 20/2013).

Tabela 2.7 - Medidas específicas na indústria

Âmbito	Medidas
Alimentação e bebidas	Otimização da esterilização Processos de separação com membranas Mudança de moinhos horizontais para verticais Destilação a vácuo
Cerâmica	Otimização de fornos Melhoria de secadores Extrusão com vapor Extrusão dura Otimização de produção de pó Utilização de combustíveis alternativos
Cimento	Otimização de moagens Utilização de combustíveis alternativos Redução da utilização de clínquer no cimento Utilização de gás natural (em substituição do coque de petróleo)
Madeira e artigos de madeira	Transportadores mecânicos em vez de pneumáticos Aproveitamento de biomassa Otimização de estufas e fornos de secagem
Metalo-eleto-mecânica	Combustão submersa para aquecimento de banhos Reutilização de desperdícios Otimização de fornos
Metalurgia e Fundição	Melhoria na qualidade dos ânodos e cátodos Setor da fusão Número de fundidos por cavidade Rendimento do metal vazado Diminuição da taxa de refugo Despoeiramento Aumento da cadência do ciclo Redução de sobre espessuras
Pasta e papel	Gaseificação / Queima de licor negro e outros resíduos Otimização de secagens
Química, plásticos e borracha	Novas operações de separação (e.g. membranas) Utilização de novos catalisadores Otimização das destilações
Siderurgia	Melhoria dos fornos eléctricos Processos de "smelting reduction" Moldagem e formação simultâneas

Âmbito	Medidas
Têxtil	Otimização do funcionamento dos banhos Pré-secagem mecânica / IV Aquecimento de águas por painéis solares
Vestuário, calçado e curtumes	Melhorias em limpeza / banhos Tecnologias de corte e de união de peças Aquecimento de águas por painéis solares
Vidro	Otimização de fornos Utilização de vidro usado (reciclagem)

A seleção das MRE a adotar é efetuada através de uma análise física e financeira, sendo o potencial de redução anual, o investimento inicial e o período de retorno de investimento, fatores cruciais na tomada de decisão. Segundo o estudo de (Brazão, 2012), as MRE com PRI inferiores a 3,1 anos são as medidas economicamente apelativas para as indústrias energeticamente intensivas (IEI). Por outro lado, as pequenas e médias indústrias (PMI) demonstram mais interesse no investimento de medidas URE com PRI inferiores a 2,1 anos. No mesmo estudo verificou-se que as IEI tendem a implementar medidas com um potencial de redução à volta de 6%, enquanto que as PMI tendem a investir em medidas com maior potencial de redução, isto é, com 9%. Outros autores identificam o limiar do PRI entre 3 a 5 anos para a adoção de MRE (Abdelaziz et al., 2011; Eichhammer, 2012; The Economist Intelligence Unit, 2012).

2.4.2. Sistemas de gestão de energia

A implementação de medidas de eficiência implica uma identificação pormenorizada das oportunidades de melhoria, sendo esta realizada a partir de auditorias energéticas certificadas. As auditorias energéticas implicam uma análise detalhada aos processos de produção, permitindo identificar os equipamentos com maiores consumos e propor medidas de poupança de energia.

A implementação de sistemas de gestão de energia (SGE) pode ser outra via para controlar os consumos energéticos nas instalações. Na realidade, para além da utilização de equipamentos eficientes e de recursos renováveis, o potencial de poupança depende do modo de utilização dos equipamentos, da definição de processos e da capacidade dos trabalhadores considerarem a URE (RNAE, 2014). Os sistemas de gestão surgem como orientações estruturadas de forma a integrar todos os fatores mencionados anteriormente nas suas atividades diárias. Segundo McKane et al., (2009), esta abordagem sistemática e contínua pode conduzir a um aumento de eficiência energética até 20% numa instalação industrial.

A implementação de sistemas de gestão de energia tem sido uma prática que tem crescido mundialmente, sendo que determinados países, como a Dinamarca, a Irlanda e a Coreia do Sul, adotaram padrões de sistemas de gestão a nível nacional. Atualmente, existem sistemas internacionais de gestão de energia, como a ISO 50001 que substituiu a EN 16001, os quais são projetados para a gestão de energia em todas as empresas, independentemente da sua dimensão. A ISO 50001 é construída sobre padrões nacionais existentes e sistemas de gestão ISO bem sucedidos, nomeadamente a ISO 9001 e ISO 14001 (McKane et al., 2009; UNIDO,

2008). Isto permite que os vários sistemas de gestão possam ser integrados com o SGE, contribuindo para uma maior eficiência nas empresas, em termos de recursos humanos, tempo e recursos financeiros (Aida, 2014).

De modo geral, os sistemas de gestão de energia são baseados no método PDCA, composto por 4 fases: Plan, Do, Check e Act. A fase de planeamento envolve o estabelecimento de uma política de energia, onde se estabelece objetivos e metas a atingir. Nesta fase, realiza-se auditorias energéticas para determinar o consumo energético da instalação a partir do qual se identifica oportunidades de melhoria. A fase seguinte coloca em prática o plano definido anteriormente, incluindo a preparação e a implementação de medidas. A fase de verificação inclui a monitorização dos resultados, realizando-se auditorias como meio de avaliar o progresso face aos requisitos legais, aos objetivos e metas estipuladas. A última fase envolve ações corretivas para melhorar continuamente o desempenho do sistema (Parrish & Whelton, 2013).

2.5. Tipos de instrumentos de política de ambiente

Com a industrialização, os impactes ambientais tomaram proporções cada vez maiores, o que levou à necessidade de intervenção por forma a mitigá-los. Os instrumentos de política do ambiente surgem com o intuito de influenciar os comportamentos e procedimentos dos agentes económicos. Através destes é possível induzir a eliminação ou minimização de externalidades e promover uma gestão eficaz da escassez de recursos. Uma vez que um instrumento de política único não pode proporcionar soluções para todos os problemas, é essencial que os agentes decisores considerem um conjunto de políticas bem articuladas. Desta forma, as políticas de eficiência energética representam um papel importante para alcançar os objetivos estabelecidos. É possível identificar três categorias distintas presentes na figura 2.8, nomeadamente instrumentos de mercado, instrumentos voluntários e de informação, e instrumentos de regulamentação (DEFRA, 2002; EEA, 2003; Santos et al., 2002).

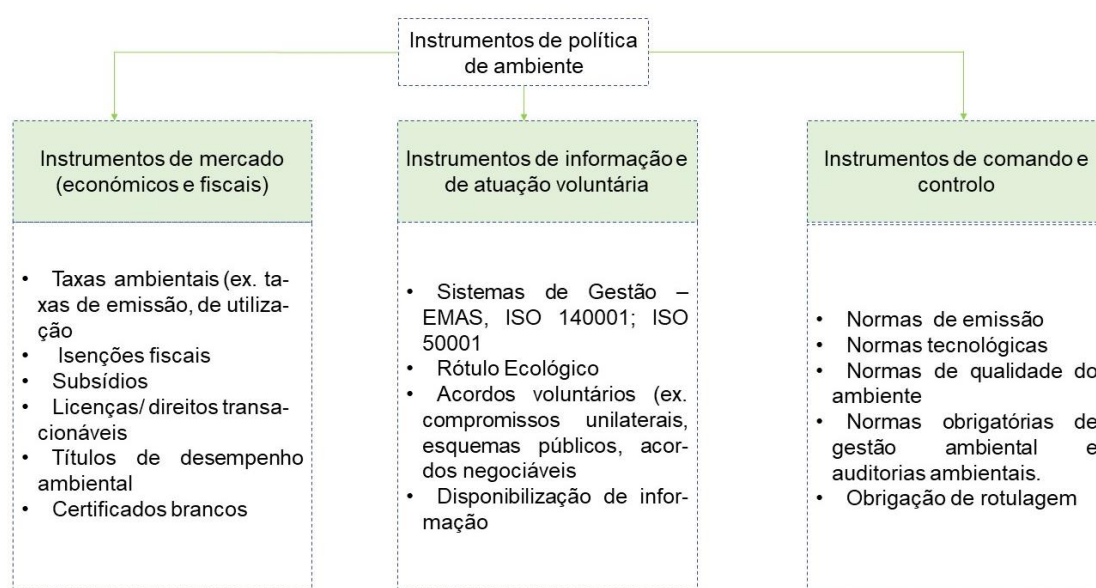


Figura 2.8 - Instrumentos de política de Ambiente (Adaptado de: DEFRA, 2002; EEA, 2017b; Santos et al., 2002)

2.5.1. Instrumentos Económicos e fiscais ou de mercado

Os instrumentos económicos e fiscais ou de mercado caracterizam-se pelo seu carácter de incentivo, servindo como ferramenta para a autoridade nacional, ao atuar como um sinal de mercado de forma a internalizar os custos ambientais. Esta ferramenta aplica o princípio do poluidor-pagador do modo mais eficiente possível, tendo sido reconhecida tanto na Declaração Rio como na Agenda 21 (Panayotou, 1994). Através deste tipo de instrumento as decisões passam a ter em consideração os custos externos ambientais e os custos de escassez de recursos. Os instrumentos económicos não sendo obrigatórios permitem que os agentes selecionem o método mais adequado para as suas atividades (WBG, 2012).

No âmbito da temática em estudo, os instrumentos económicos incluem incentivos diretos, financeiros que visam a melhoria da eficiência energética, e incluem incentivos indiretos, isto é, incentivos fiscais. No que diz respeito a incentivos financeiros, estes podem incluir subsídios e empréstimos para auditorias energéticas e investimentos tecnológicos e fundos para projetos I&D. Os incentivos fiscais incluem taxas sobre o CO₂/energia, taxas em equipamentos ineficientes e benefícios fiscais (WEC, 2013). Existem duas tipologias de políticas tributárias usadas para melhorar a eficiência energética. Uma através de taxas sobre o uso de energia, sobre as emissões de CO₂ ou sobre equipamentos ineficientes, e outra através de benefícios fiscais, caso as empresas demonstrem ter adotado medidas de eficiência energética. Os benefícios fiscais são compostos por 3 tipos (Tanaka, 2011; WEC, 2013):

- a). Deduções fiscais, onde os custos de investimentos em MRE são deduzidos, parcialmente ou totalmente nos lucros anuais das empresas;
- b). Créditos fiscais, em que as empresas beneficiam de uma redução parcial ou total de custos fiscais associados a uma determinada MRE. Ao contrário das deduções que reduzem o valor do imposto do lucro, os créditos fiscais reduzem o valor real do imposto;
- c). Redução de impostos, como é o caso de da isenção do ISP, ou a redução do imposto sobre o valor acrescentado (IVA), associado a equipamentos.

Como mencionado anteriormente, o instrumento é mais eficaz quando aplicado em conjunto com outros, verificando-se na prática o uso de instrumentos de mercado em simultâneo com os instrumentos de comando e controlo. O uso destes instrumentos conjugadamente permite estabelecer metas de desempenho e especificar a tecnologia a ser usada. Assim, os instrumentos económicos podem recompensar poupanças mínimas de desempenho energético, pressionando o mercado a utilizar melhores tecnologias (IEA, 2017d; WBG, 2012). Os benefícios fiscais podem estar associados ao cumprimento de metas setoriais de energia ou de emissões de CO₂, como também podem ser utilizadas de modo a compensar os investimentos efetuados pelas empresas em eficiência energética. Os subsídios por sua vez, têm como vantagem a redução dos riscos associados ao investimento por parte das indústrias, principalmente quando se pretende adotar medidas que apresentem PRI longos. Estes muitas vezes estão articulados

com candidaturas prévias, para determinar a elegibilidade do financiamento de projetos propostos pelas empresas (Tanaka, 2011).

A combinação de instrumentos de mercado, permitiu a criação do conceito de Reforma Fiscal Ambiental. Este conceito baseia-se na tributação da poluição e na atribuição das receitas para a minimização de outros impostos, contribuindo para a neutralidade fiscal e promovendo o triplo dividendo (Pereira & Rodrigues, 2015). Estudos demonstram que a Reforma Fiscal Ambiental é um instrumento ambiental eficaz que contribui para as metas estabelecidas pela UE, relativamente às emissões de CO₂. Através de técnicas de modelação económica, verificou-se que este instrumento contribui para o aumento de emprego, para a redução do consumo de recursos e das emissões, tendo efeitos pouco significativos sobre o PIB (EEA, 2011).

2.5.2. Instrumentos regulamentares ou de comando e controlo

Apesar das vantagens associadas ao uso de instrumentos económicos, os instrumentos regulamentares são frequentemente selecionados quando é necessário um elevado nível de certeza de um determinado resultado. São a partir destes instrumentos que as autoridades ambientais estabelecem metas a alcançar, tecnologias a utilizar, assim como comportamentos (Santos et al., 2002). A legislação ambiental na UE é, geralmente, elaborada para que os Estados-Membros recorram a estes instrumentos (DEFRA, 2002). Desta forma, é essencial que haja uma boa articulação entre os dois tipos de instrumentos.

A nível de eficiência energética, destaca-se a adoção de regulamentos e normas de emissão, a adoção de requisitos de eficiência energética para equipamentos, como o Melhores Tecnologias Disponíveis (MTD), a implementação de rotulagem de rótulos e normas de realização de auditorias energéticas. Apesar dos instrumentos de comando e controlo serem vantajosos quando se pretende chegar a um objetivo específico, estes têm a desvantagem de não promover a inovação em tecnologias ou novos processos para ultrapassar os objetivos definidos (Santos et al., 2002). No entanto a aplicação de uma abordagem integrada revela ser o modo mais eficaz para melhorar a eficiência energética na indústria, visto que a combinação de várias políticas e programas permite atender uma variedade de necessidades em muitos setores industriais (Tanaka, 2011). Muitos países associam esta abordagem com instrumentos de mercado, como é o caso dos esquemas de certificados brancos. Os esquemas de certificados brancos implicam a definição de metas de aumento de eficiência energética para serem cumpridas num determinado período. O cumprimento das metas permite a atribuição destes certificados às instalações, que posteriormente podem vender a instalações que não as tenham alcançado (Oikonomou et al., 2009).

2.5.3. Instrumentos de informação e voluntários

Os instrumentos de informação surgem como meio de auxílio na tomada de decisão, através de tentativas da divulgação de informação para todos os agentes interessados sobre a qualidade do ambiente. Mais especificamente informação sobre a poluição provocada e as características ambientais associadas a produtos e a atividades. Estes instrumentos incluem programas de

etiquetagem de produtos de consumo ou serviços, programas de divulgação de informações para empresas e campanhas de sensibilização pública (DEFRA, 2002; Santos et al., 2002). Apesar de existirem limitadas evidências do impacto dos instrumentos de informação no aumento da eficiência energética e na redução de emissões de GEE, estes instrumentos tendem a melhorar a eficácia de outras políticas (Gupta et al., 2007).

Os instrumentos voluntários, por sua vez, caracterizam-se pelo seu carácter voluntário relativamente ao estabelecimento de compromissos na melhoria do desempenho ambiental. Face às limitações dos instrumentos regulamentares e dos incentivos económicos, os instrumentos voluntários surgiram como uma tentativa de promover a adoção de medidas nas instalações, de uma forma mais flexível, eficaz e menos dispendiosa. As abordagens voluntárias na política ambiental, têm sido amplamente utilizadas por diversos países, principalmente no setor industrial onde-se recorre a acordos com as autoridades ambientais para melhorar o desempenho ambiental e para a implementação de sistemas de gestão (Arimura et al., 2008; Hatch, 2006). Porém, este tipo de instrumento apresenta limitações, no que diz respeito à falta de especificidade face a objetivos a alcançar (Sugino & Arimura, 2011). Países como a Dinamarca, Alemanha, Irlanda, ou Portugal articulam os instrumentos voluntários com os instrumentos económicos (ADEME, 2015; AEP, 2015).

2.6. Mecanismos de promoção de eficiência energética

A política ambiental é tanto melhor quanto melhor forem os incentivos subjacentes. Um dos critérios que deve ser tido em conta na avaliação de políticas de ambiente é a providência de incentivos adequados para integrar novos e inovadores modos de reduzir os impactos (Field & Field, 2009). Por outro lado, a formulação de políticas e programas deve considerar o facto que as indústrias estarem sujeitas a concorrência internacional, de forma a que a sua aplicação evite medidas excessivamente rigorosas e dispendiosas (WEC, 2013).

Globalmente, existem diversos tipos de políticas e programas que promovem a eficiência energética no setor da indústria. Segundo a ADEME (2015), a maioria dos Estados Membros da União Europeia apresentam incentivos financeiros para dar resposta à eficiência energética no setor da indústria, sendo que cerca de metade das políticas existentes são deste tipo. Na figura 2.9 é possível visualizar o impacto associado a cada instrumento em vigor na União Europeia, Noruega, Reino Unido, Sérvia e Suíça no âmbito da eficiência energética na indústria.

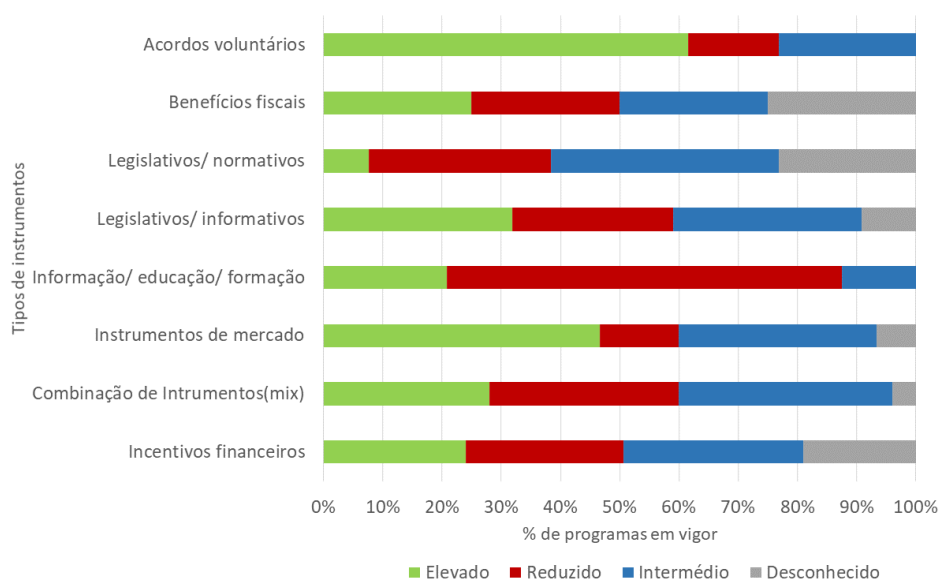


Figura 2.9 - Impacte dos instrumentos de política no âmbito da eficiência energética no setor da indústria (Adaptado de: Odyssee-Mure database, 2017)

Segundo a Odyssee-Mure database (2017) os acordos voluntários e os instrumentos de mercado são os instrumentos com maior impacte na redução do consumo de energia final. Verifica-se que cerca de 60% e 45% dos programas atualmente em vigor relacionados com acordos voluntários e instrumentos de mercado permitem alcançar poupanças superiores a 0,5% no consumo de energia do setor.

Por outro lado, a maioria das políticas e programas de eficiência energética são direcionados a grandes indústrias, existindo globalmente uma carência de políticas que sejam específicos para as PME. Verifica-se que muitos dos programas podem abranger as PME, mas são desenhados principalmente para as indústrias grandes consumidoras de energia. Porém, vários países já reconhecem as PME como um alvo importante a considerar nas políticas de eficiência energética, tendo procurado criar programas focados nas PME, como é o caso da Alemanha, Suécia e Irlanda. Neste grupo, os instrumentos adotados são em norma, instrumentos financeiros, sob a forma de subsídios e empréstimos, e instrumentos de informação/ educação/ formação (ADEME, 2015). Países como a Bélgica, o Japão, a Espanha e a Suécia demonstram que os instrumentos de informação constituem a principal política energética para PME industriais, sendo compostos essencialmente por campanhas de informação que incluem seminários e programas de auditorias energéticas (Backman, 2017).

2.6.1. Esquemas para a promoção de eficiência energética em Portugal – SGCIE & apoio ao financiamento

Em 2014, foi aprovada a Reforma da Fiscalidade Verde, que introduziu uma nova taxa de carbono, adicionado ao ISP, cujas receitas contribuiriam para o desagravamento do IRS das famílias (CRFV, 2015). O valor desta taxa de adicionamento é calculado de acordo com uma metodologia presente no Código dos Impostos Especiais de Consumo (CIEC), tendo como base os preços dos leilões das Licenças de emissão de gases com efeito de estufa.

A nível nacional, a eficiência energética é promovida através do conjunto de medidas previstos no PNAEE. Este corresponde a um instrumento de planeamento energético que define como serão alcançadas as metas. Desta forma, o Plano é composto por medidas regulamentares, mecanismos de diferenciação fiscal e por apoios financeiros.

Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia (SGCIE)

No setor da indústria, o principal instrumento utilizado para promover a eficiência energética é o programa SGCIE, que foi aprovado pelo Decreto-Lei n.º 71/2008 no âmbito da ENE. O SGCIE surgiu em 2008, substituindo o primeiro programa mandatário no âmbito da eficiência energética, o Regulamento de Gestão do Consumo de Energia (RGCE). O presente programa apresenta um carácter vinculativo para instalações CIE, e um carácter voluntário para instalações que tenham consumos inferiores a 500 tep/ano e para instalações que participam no CELE. A figura 2.7 demonstra resumidamente o funcionamento do programa SGCIE.

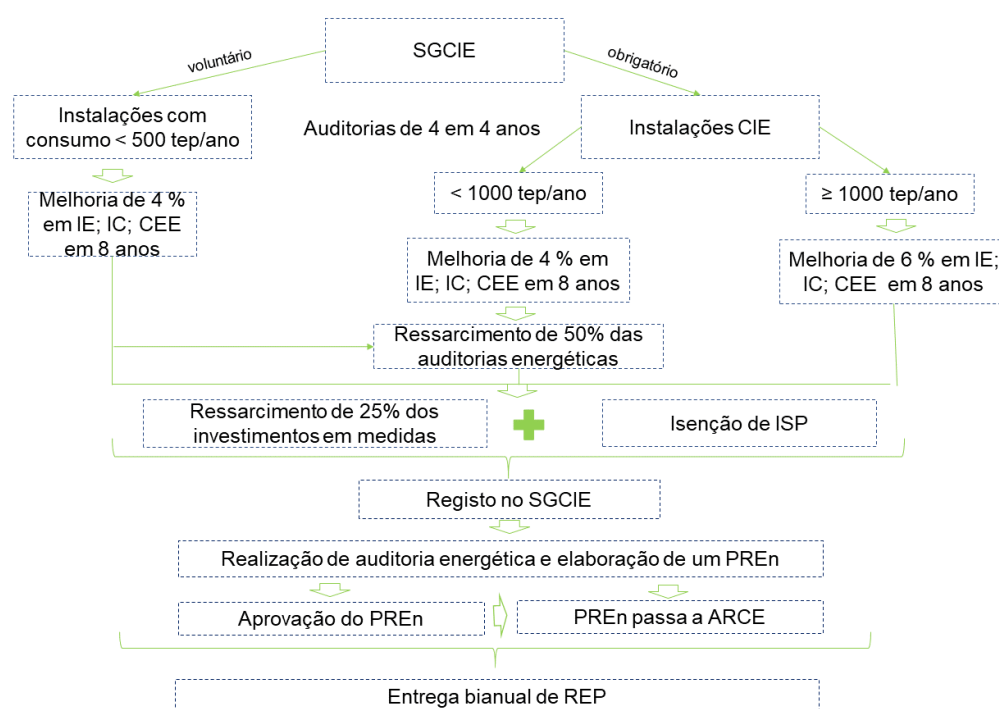


Figura 2.10 - Programa Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia

As instalações CIE são obrigadas ao registo no formulário da ADENE. Como tal, estas têm a responsabilidade de realizar uma auditoria energética posteriormente, e consequentemente elaborar um plano de racionalização de energia (PREn). Após a entrega do PREn, o plano terá de ser aprovado pela ADENE, tornando-se em Acordo de racionalização dos consumos de energia. Durante a vigência do ARCE, os operadores têm de submeter relatórios de execução e progresso (REP) bianuais, nos quais devem manter o registo atualizado dos objetivos alcançados, dos desvios em relação às metas definidas inicialmente, e respetivas justificações. As restantes instalações que se registem voluntariamente no programa, ficam sujeitas às mesmas obrigações.

Os PREn são compostos por medidas identificadas nas auditorias energéticas que as instalações se comprometem a implementar, apresentando a quantificação dos efeitos das medidas nos indicadores energéticos. Sendo os PREn baseados nas auditorias energéticas, estes devem incluir nos primeiros três anos a implementação de todas as medidas identificadas com:

a). PRI inferior ou igual a três anos para as instalações com consumo igual ou superior a 500 tep/ano, mas com consumo inferior a 1000 tep/ano.

b). PRI inferior ou igual a cinco anos para as instalações com consumo igual ou superior a 500 tep/ano, mas com consumo igual ou superior a 1000 tep/ano.

Nestes planos são estabelecidas metas relativamente a indicadores energéticas, nomeadamente intensidade energética (IE), consumo específico de energia (CEE) e intensidade carbónica (IC). As auditorias energéticas têm uma periodicidade de 4 anos, caso se verifique o custo total da implementação de medidas e da auditoria energética seja inferior às poupanças económicas resultantes das economias de energia no período de 4 anos. Caso contrário, as auditorias têm uma periodicidade de 8 anos. Com o Decreto-Lei nº. 68-A/2015, os ciclos de PREn das instalações com consumos superiores a 1000 tep/ano passaram a ter uma duração de 8 anos em vez de 6 anos. Assim sendo, as instalações com consumo igual ou superior a 1000 tep/ano e as instalações com consumos inferiores a 1000 tep/ano precisam de alcançar no mínimo uma melhoria de 6% e 4% dos indicadores energéticos em 8 anos, respetivamente. O cumprimento das metas e da implementação de medidas estipuladas encontram-se associados a penalizações e benefícios, nomeadamente:

a). As instalações têm acesso à isenção total do Imposto sobre os produtos petrolíferos (ISP);

b). As instalações com consumo inferior a 1000 tep/ ano, beneficiam de uma compensação de 50% dos custos de auditorias energéticas, até ao limite de 750 €, caso se verifique a implementação de 50% das medidas previstas no ARCE, e dependendo da disponibilidade monetária do fundo de eficiência energética;

c). Os operadores registados no SGCIE, beneficiam de uma compensação de 25 % dos investimentos em equipamentos e em sistemas de gestão e monitorização dos consumos de energia até ao limite de 10 000 €, dependendo da disponibilidade monetária do fundo de eficiência energética.

d). Caso o desvio a confirmar no oitavo ano seja igual ou superior a 25 %, mas inferior a 50 % o operador está sujeito a uma coima de 50 € por tep não evitado, sendo agravado em 100 % se rescindir;

e). Caso o desvio a apurar no oitavo ano seja superior a 50 %, o operador deve pagar as coimas definidas anteriormente, mais o valor recebido dos incentivos.

Apoio ao financiamento e outras iniciativas

De modo a apoiar os programas previstos no PNAEE, foi aprovado pelo Decreto-Lei n.º 50/2010 a criação do Fundo de Eficiência Energética. Para além deste, os mecanismos de incentivo ao financiamento são suportados pelo Fundo de Apoio à Inovação (FAI), pelo Plano de Promoção de Eficiência no Consumo de Energia Elétrica (PPEC), o Fundo Português do Carbono, e o Quadro de Referência Estratégico Nacional (QREN). No que diz respeito ao FEE, anualmente são lançados avisos que visam o apoio ao desenvolvimento de projetos e iniciativas relacionadas com a eficiência energética, direcionando-se a instalações registadas no SGCIE e a instalações não registadas. O PPEC financia diversas iniciativas que promovam a redução do consumo de eletricidade, sendo de destacar o programa Gestor de Energia Elétrica na Indústria, o programa de formação Eficiência Energética em Sistemas de Ar Comprimido e MRE, nomeadamente medidas relacionadas com a iluminação, motores, VEVs e sistemas refrigeração (ERSE, 2017).

No segundo semestre de 2018 foi lançada a Linha de crédito destinada a promover especificamente a eficiência energética na indústria e no setor do turismo, servindo de financiamento a investimentos relacionados com reutilização de energia entre as fases de produção e na gestão energética de equipamento (República Portuguesa, 2018). Este programa pretende estimular a competitividade e contribuir para as metas nacionais definidas no PNAEE.

A nível de informação, Portugal também já promoveu iniciativas associadas com a promoção da eficiência energética nas indústrias, destacando-se o projeto Efinerg. O projeto desenvolvido pela AEP, teve como finalidade o desenvolvimento de uma estratégia de eficiência energética, através da análise de casos de estudo por setores. Pretendia-se com a elaboração da estratégia incentivar uma melhoria do desempenho energético nas empresas, mais precisamente as PME. (LNEG et al., 2012). Associação Industrial Portuguesa (AIP) promoveu o Programa Menos Energia, Mais Eficiência, direcionado a PME no setor da indústria no âmbito o Sistema de Incentivos à Qualificação e Internacionalização de PME do Programa COMPETE. Este Programa envolveu a realização de auditorias energéticas a um grupo de 50 empresas, permitindo que estas identificassem os seus potenciais de melhoria para a posterior implementação de medidas.

2.6.2. Esquemas internacionais para a promoção de eficiência energética – Dinamarca, Alemanha, Japão, Suécia

Dinamarca

A Dinamarca defende uma abordagem *Carrot and Stick*, que se baseia no princípio em que as empresas aderem a um esquema para beneficiar de incentivos económicos, através de esforços internos para a redução do consumo energético (DEA, 2015). Ou seja, os acordos voluntários correspondem ao método que predomina na política energética dinamarquesa, induzido pelo aumento dos impostos sobre o consumo energético e sobre as emissões de CO₂. Ao assinar estes acordos, as indústrias responsabilizam-se pela elaboração de um estudo do consumo energético, através de auditorias energéticas estatais ou através de estudos de fluxo, e pela

implementação posterior de medidas que visem a melhoria da eficiência energética (AEP, 2015; DEA, 2014).

A taxa de carbono concede vários reembolsos à indústria dinamarquesa, no entanto verifica-se que este incentivo serve maioritariamente como meio de minimizar a sobrecarga fiscal sobre a indústria, e não tanto como meio de recompensar as indústrias pelas suas práticas. Como forma de reciclagem da receita fiscal, a Dinamarca redistribui as receitas pela indústria sob a forma de contribuições da Segurança Social e subsídios para empregadores que poupem energia (OECD, 2001).

Os acordos voluntários surgiram em 1996, integrado no Pacote de Taxas Verdes, conjuntamente com os subsídios e as taxas verdes. Estes acordos destinam-se a indústrias de consumo intensivo de energia, permitindo um desconto do imposto sobre o CO₂ (DEA, 2012). Inicialmente, a Dinamarca estabeleceu uma redução de 50% da taxa de CO₂, como forma de benefício a indústrias aderentes ao acordo voluntário (OECD, 2001). No entanto, em 2010, com a alteração da regulamentação das emissões de CO₂ relativos ao CELE, o esquema foi atualizado de forma a que os acordos se centrassem no uso de eletricidade para processos industriais pesados e para o aquecimento na indústria. A alteração no esquema conduziu a uma redução do desconto do imposto de CO₂ e a um regime de acordo voluntário limitado à eletricidade, deixando de ser possível obter a redução fiscal no que diz respeito ao imposto de CO₂ sobre o carvão, petróleo e gás natural (DEA, 2012). Assim sendo, as indústrias ao aderirem aos acordos voluntários, passaram a receber um reembolso de impostos sobre a energia, correspondendo a cerca de um terço do imposto (DEA, 2016).

De acordo com a Odyssee-Mure (2011), as políticas adotadas a nível do setor industrial permitiram uma melhoria de 23% entre 1990 e 2008 e de 13% entre 2000 e 2011. Inicialmente, as auditorias energéticas serviam de apoio ao esquema de acordos voluntários, permitindo identificar medidas de eficiência energética mais rentáveis, sendo removidas mais tarde. O esquema de acordos voluntários tem sido revisto, tendo sido removidas as auditorias energéticas, de maneira a reduzir os custos administrativos. A remoção das auditorias energéticas às indústrias que já teriam efetuado uma antes permitiu reduzir os custos até 40 000 €. Removidas as auditorias, as empresas ficaram apenas sujeitas à implementação de um sistema de gestão energético, que permite assegurar as poupanças de energia, diariamente através das operações. Adicionalmente, as empresas ficaram sujeitas à realização de uma análise de fluxo de energia para a identificação de projetos rentáveis de poupança energética (Ericsson, 2006). No que diz respeito às medidas a implementar, as medidas associadas a processos denominados como pesados apresentavam um período de retorno de investimento inferior a 4 anos, enquanto que os processos designados como leves destacavam medidas com um período de retorno inferior a 6 anos (Ericsson, 2006).

Outro esquema que se destaca na Dinamarca é o esquema relacionado com a obrigação da eficiência energética, designadamente o acordo de poupança de energia. Este esquema baseia-se numa abordagem orientada para o mercado, onde as empresas de distribuição de energia

estabelecem um acordo com as autoridades públicas, comprometendo-se a alcançar uma meta anual de poupança. Estas empresas têm a liberdade de selecionar qualquer medida que considerem mais económica, desde que o efeito da poupança energética possa ser documentado, geralmente as medidas adotadas são sugestões e subsídios (Ericsson, 2006; Thomas et al., n.d.). Este esquema demonstrou uma poupança energética mais significativa por parte da indústria, verificando-se uma poupança de 44,4% em todas as empresas de distribuição, em 2013 (ATEE, 2015; Thomas *et al.*, n.d.).

Japão

A política energética japonesa inclui um mix de instrumentos, sendo composta por medidas de comando e controlo, acordos voluntários, e uma combinação de instrumentos económicos tal como subsídios, isenções fiscais e empréstimos (AEP, 2015; IEA, 2016a). A nível de medidas regulamentares destaca-se a lei relacionada com o uso racional de energia, que impõe um conjunto de restrições a equipamentos nas indústrias e empresas que consumam pelo menos 1500 kl/ano, promovendo esforços para a melhoria da eficiência energética. Para além de requisitos de equipamentos, as empresas são obrigadas reportar os consumos de energia anuais e apresentar planos de racionalização de uso de energia, a médio termo (Geller *et al.*, 2006; IEA, 2016).

Tal como a Dinamarca, a política energética japonesa apoia-se fortemente em acordos voluntários, designadamente nos *Voluntary Action Plan*, VAP. Estes acordos voluntários surgiram em 1997, com o objetivo de reduzir as emissões de GEE, como estabelecido no protocolo de Quioto. O VAP é constituído por 4 fases, baseando-se no ciclo PDCA. A primeira fase corresponde à definição de metas anuais específicas para cada associação relativamente às emissões de GEE ou ao consumo de energia, seguindo-se da segunda fase, isto é, da adoção de medidas para cumprir as metas definidas. A terceira fase é composta pela verificação da performance da cooperação das empresas e a fase final envolve a publicação dos resultados. Apesar do acordo ser elaborado com o intuito de reduzir as emissões, não há garantia que as indústrias cumpram as metas estabelecidas, visto que não se encontram associadas penalizações ou benefícios adicionais. Desta forma, o governo japonês tenciona que as instalações recorram à melhoria de processos de gestão ambiental, em vez de investimentos para alcançarem as metas estabelecidas (Sugino & Arimura, 2011).

Para complementar estes acordos, as políticas japonesas incluem 11 esquemas de subsídios e de créditos fiscais, mais o sistema *Green Investment Tax reduction*. O regime de incentivos fiscais implica uma taxa de depreciação de 30% do custo de aquisição de equipamentos eficientes e de investimentos na conservação de energia para grandes empresas, e uma taxa de depreciação associada a uma dedução fiscal de 7% do custo de investimentos em conservação de energia para PME (IIP, 2018a; Thollander et al., 2014). Quanto a incentivos financeiros, existem vários esquemas de subsídios, sendo o esquema para promover a racionalização da utilização de energia, relacionada com a implementação de medidas de eficiência energética, o maior em termos financeiros. Estes subsídios podem ser atribuídos a grandes indústrias para o

investimento de novas tecnologias, financiando um terço do custo de investimento de projetos com um custo superior a 500 milhões de ienes. Destes 11 programas, 4 deles destinam-se para PME do setor industrial e comercial, constituindo subsídios entre 30 % a 50% do custo de investimentos, e empréstimos preferenciais para a introdução de equipamentos eficientes com um horizonte de projeto entre 5 a 15 anos (IEA, 2017a; Thollander et al., 2014). Relativamente a programas de auditorias energéticas, destaca-se o programa *ECCJ* que teve início em 1975 e que se ainda encontra em vigor. Este programa consiste na realização de auditorias totalmente subsidiadas para cerca de 1 000 pequenas e médias empresas anualmente.

Alemanha

A Alemanha é caracterizada essencialmente por regulamentos, incentivos fiscais e incentivos financeiros, estando estas incluídas no 3º Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (NEEAP) e no Plano de Ação Nacional de Energia (NAPE). Como NAPE, o governo alemão e algumas associações industriais desenvolveram a Iniciativa de Redes de Eficiência Energética (LEEN). Tal iniciativa estabelece como objetivo a criação de 500 redes de eficiência energética até 2020, e promove a troca de experiências de projetos de eficiência energética em diferentes setores. A iniciativa abrange dois tipos de redes, dependendo do custo anual em energia, isto é, um destina-se a grandes empresas e outro para PME (IEA, 2016c; Schlomann et al., 2015).

A Reforma Fiscal Ambiental introduzida em 1999 implicou um aumento dos impostos sobre os combustíveis fósseis, introduzindo também um imposto sobre o uso de eletricidade. Este esquema foi delineado de forma a promover a poupança energética, a energia renovável, assim como a criação de empregos. Assim sendo, as receitas originadas da aplicação das eco-taxas eram utilizadas na redução dos custos não salariais associadas ao trabalho, reduzindo as contribuições dos empregadores e dos empregados para o fundo de pensões público (Odysseum, 2015; Rosenberg et al., 2011). Todavia, verificou-se que esta medida política não teve o efeito esperado de limitar o consumo de combustíveis fósseis, devido ao reduzido valor da taxa e devido ao elevado número de isenções em indústrias energeticamente intensivas (Watanabe, 2012).

A nível de medidas fiscais, a Alemanha permite uma redução dos impostos de todos os produtos usados para a produção de calor e na eletricidade, a indústrias de consumo intensivo energético que cumpram determinadas metas, através do programa *Spitzenausgleich*. Ora, este instrumento encontra-se associado aos acordos voluntários, onde as indústrias comprometem-se a atingir metas específicas em troca de usufruírem de descontos de impostos (BMW, 2014; IIP, 2018b). A indústria transformadora alemã também dispõe de uma opção adicional de redução do imposto, sendo esta reembolsada caso o aumento da carga tributária exceda a redução das contribuições para as pensões em mais que 20 % (Watanabe, 2012). Estes programas de acordos surgiram em 1996, e estão direcionados tanto para IEI como para PMI. Os anteriores programas de acordos visavam essencialmente a redução de emissões, enquanto que o programa em vigor estabelece metas anuais de redução da intensidade energética, incentivando as indústrias aderentes a implementarem um sistema de gestão de energia. Para

além dos benefícios fiscais, as indústrias participantes ficam sujeitas à abstenção de regulamentações administrativas, como a realização de auditorias energéticas obrigatórias. Ou seja, a solicitação da redução do imposto sobre energia só seria possível caso as IEI implementassem até 2015 um sistema de gestão de energia com certificação EMAS ou ISO 50001, e caso as PME industriais realizem auditorias regulares segundo a norma DIN EN 16247-1 ou medidas semelhantes (IIP, 2018b; Odyssee-mure, 2015).

Ainda de modo a complementar os anteriores instrumentos existem vários programas que visam apoiar o investimento e a inovação de tecnologias mais eficientes, para além de disponibilizarem programas de apoio ao investimento de outras medidas que promovem a eficiência energética. O programa de Eficiência Energética KfW's é o programa com um forte impacto nas empresas, uma vez que apoia custos de investimento como também custos relacionados com o planeamento e implementação nas PME industriais (UPRC et al., 2015). Ainda para o apoio ao financiamento, o Ministério Federal da Economia e Tecnologia (BMWí) disponibilizou o programa Promoção de tecnologias inovadoras de eficiência energética nas PME, e o programa Promoção de processos de produção eficientes em termos energéticos e favoráveis ao clima. As PME também podem realizar auditorias com maior facilidade, através de um programa que fornece subsídios não reembolsáveis para consultoria inicial de energia, e para consultoria detalhada de energia até 60% e 80% dos custos, respetivamente. Para além destes programas, também lhes são concedidos empréstimos para investimentos em medidas de eficiência energética. A partir de 2015, entrou em vigor o programa Financiamento para contratação de desempenho energético, destinado ao fornecimento de garantias pelos bancos para o financiamento de contratos. Este permite uma redução de riscos e maior acesso à implementação de medidas de eficiência energética nas PME. A BMWi, no âmbito do Fundo de Eficiência Energética providencia o programa Promoção de sistemas de gestão de energia, dando suporte à certificação de sistemas de gestão de energia, mais precisamente a ISO 50001 ou a um sistema de monitorização de energia. Este programa inclui subsídios que permitem a solicitação de tecnologias de medição e software para sistemas de gestão de energia (IEA, 2015b; Schlomann et al., 2015).

A nível de instrumentos de informação a agência nacional de energia em parceria com a BMWi dispôs sessões e campanhas de promoção de otimização da energia, focando-se no custo da análise de ciclo de vida através de consultorias nas empresas industriais, com especial enfoque em sistema de bombas (IEA, 2017c).

Suécia

Na Suécia a tributação da energia e do CO₂ constitui o principal instrumento direcionado para a promoção da eficiência energética. Porém, os processos industriais, agricultura, a floresta e a produção de calor estão sujeitos a uma redução de 40 % da taxa de CO₂ sobre os combustíveis. No entanto, as instalações que participem no CELE beneficiem de isenção total da taxa (SEA, 2015). Os benefícios fiscais estão enquadrados no Programa para a Eficiência Energética (*PFE*), de carácter voluntário, onde as indústrias se comprometem nos primeiros dois anos a

implementar um SGE e medidas com base na análise feita anteriormente nos restantes três anos. (ADEME, 2015). Adicionalmente, até 2015 as indústrias intensivas que apresentassem custos energéticos superiores a 1,2 % do volume de negócios só teriam de pagar cerca 24% do imposto (Brunke et al., 2014; SEA, 2015).

O governo Sueco criou ainda quatro redes setoriais com o objetivo de promover a partilha de experiência e de informações sobre eficiência energética. A rede *ENIG* pretendeu promover uma redução de 5 % anual ou o total de 30 % até 2015 do consumo energético em processos industriais, a partir do desenvolvimento de técnicas, métodos e práticas de produção mais eficientes. A rede *EESI* destina ao setor da serraria e pretende demonstrar como é possível reduzir em 20 % o consumo energético até 2020 através de mapeamentos, modelação e planos de demonstração. O projeto *GeniAI* pretende identificar as medidas de eficiência energética mais adequadas para o setor da indústria do alumínio e demonstrar como é possível economizar cerca de metade da energia utilizada no setor. Por último, a rede *JoSEn* pretende aumentar o conhecimento e fornecer ferramentas para a eficiência energética em todos os níveis nas indústrias de metalúrgica siderurgia (IEA, 2017; SEA, 2015).

Relativamente a programas de auditorias energéticas, a Suécia conduziu dois grandes programas, incluindo projeto *Highland* e o programa de 2010. O projeto *Highland* disponibilizou auditorias energéticas gratuitas a 6 municípios, tendo sido efetuadas 140 auditorias a instalações industriais de pequena e média dimensão. O segundo programa consistiu num esquema de apoio a auditorias energética para indústrias que registassem um consumo energético superior a 43 tep/ano, cobrindo cerca de 50% do custo até 30 000 coroas suecas (aproximadamente 3 000 euros). Após a realização das auditorias, as empresas estavam sujeitas ao reporte dos resultados da auditoria, incluindo as medidas a implementar (Thollander *et al.*, 2014).

O facto de as PME na Suécia representarem cerca de 30 % do consumo de energia no setor industrial, levou a que o governo sueco desenvolve-se programas específicos para este grupo (Paramonova & Thollander, 2016). Neste contexto, começaram a ser estabelecidos programas de informação, incluindo plataformas online para auditorias energéticas e para contratos de longo prazo (IEA, 2017e). Foi ainda criado, em 2015, o programa nacional de rede de eficiência energética para PME (*IEEN*), tendo definido uma meta de redução de 15 % até 2020. Este programa engloba 36 redes, tendo a participação de 320 empresas que têm acesso a consultorias individuais e em grupo no âmbito da eficiência energética, permitindo-lhes por sua vez realizarem auditorias energéticas ou a implementar um SGE (Fresner et al., 2017).

A tabela 2.8 apresenta o resumo dos instrumentos de política que se destacam nos quatro países estudados.

Tabela 2.8- Instrumentos de política existentes na Dinamarca, Japão, Alemanha e Suécia

Instrumentos voluntários e de informação	Instrumentos económicos	Instrumentos regulamentares
Acordos voluntários, associados a incentivos perversos	Subsídios a medidas de racionalização de energia;	Obrigatoriedade da realização de auditorias energéticas
Campanhas de sensibilização	Benefícios fiscais sobre equipamentos eficientes;	Obrigatoriedade de reporte de consumos energéticos anuais e elaboração de planos de racionalização de energia
Redes de eficiência energética	Subsídios a auditorias energéticas e a SGE	Retrições a equipamentos;

2.7. Constrangimentos à promoção da eficiência energética

2.7.1. Efeito ricochete

O conceito de barreira, segundo Sorrell *et al.* (2004) e Backman (2017) diz respeito ao mecanismo que inviabiliza a tomada de decisão ou comportamentos. Neste contexto, verificam-se diversos fatores que impossibilitam o investimento em tecnologias energeticamente eficientes nas indústrias. Associado a isto, encontra-se o termo de *energy efficiency gap*, que consiste na diferença entre a utilização atual da energia e o nível de eficiência energética que pode ser providenciada de modo eficiente (Levine *et al.*, 1995).

Apesar da eficiência energética representar um elemento fulcral a considerar nas políticas de clima-energia, esta pode nem sempre corresponder às expectativas, surgindo o conceito de efeito ricochete. O designado efeito ricochete refere-se a uma resposta sistemática ou comportamental à promoção da eficiência energética, que acaba por reduzir o potencial das economias de energia. Este fenómeno pode ter duas vias, a direta e a indireta, a primeira baseia-se na premissa de que o aumento de eficiência energética incentiva um aumento do consumo energético, pelo facto dos custos energéticos serem reduzidos. O efeito indireto assenta no princípio de que o aumento do crescimento económico provocado pelo aumento da eficiência energética tende a incentivar o maior uso de energia na economia global, através do consumo de produtos e serviços (Fawkes *et al.*, 2016). Estudos estimam que a magnitude do efeito ricochete pode variar entre baixa a moderada nos consumidores finais, sendo possível verificar um impacto do efeito ricochete *t* direto até 20% nos processos industriais (Greening *et al.*, 2000).

2.7.2. Barreiras numa perspetiva económica e não económica

A literatura refere uma série de barreiras que impedem o progresso da eficiência energéticas nas indústrias, mais precisamente nas PME. Estas barreiras podem ser classificadas em 4 grupos dependendo da sua natureza, nomeadamente barreiras económicas associadas a falha de mercado e sem falha de mercado, barreiras comportamentais e organizacionais (Sorrell *et al.*, 2004; Andrea Trianni *et al.*, 2013).

A tabela 2.9 introduz a taxonomia de barreiras associadas a uma perspetiva económica e a uma perspetiva não económica.

Tabela 2.9 – Barreiras teóricas segundo uma perspectiva económica (Sorrell et al., 2004; Andrea Trianni et al., 2013)

Perspetiva económica		
Categoria	Tipo de barreira	Descrição da barreira
Barreiras de mercado	<i>Hidden cost</i>	Associado à superestimação do potencial de eficiência, na medida em que não contabiliza os custos adicionais implícitos nas tecnologias e a redução dos seus benefícios
	Acesso ao capital	Dificuldade na obtenção de investimentos por parte de determinados agentes
	Heterogeneidade	Um determinado nível de eficiência pode apresentar um custo-eficaz variável, ou seja, uma medida pode ser custo-eficaz para uma situação e não para outra
	Risco	Inclui riscos externos, riscos de negócio e riscos técnicos.
Falha de mercado	Informação imperfeita	A informação não é suficiente para que sejam tomadas decisões quanto à eficiência energética
	Incentivos divididos	Associada à apropriação de benefícios, isto é, estes podem não identificar benefícios em seu proveito para iniciar investimentos em eficiência energética
	Relação gestor-agente	Relacionado com um controlo exigente por parte dos gestores, nomeadamente uma imposição de PRI curtos.
	Seleção adversa	Seleção de tecnologias segundo aspetos visíveis, como o preço, podendo induzir a compra de equipamentos com menor desempenho energético.
Perspetiva não económica		
Categoria	Tipo de barreira	Descrição da barreira
Organizacional	Liderança Hierárquica	A divergência de interesses numa empresa pode provocar conflitos a nível da utilização de recursos limitados, condicionando a tomada de decisão na implementação de MRE
	Cultura empresarial	Os valores defendidos pelas empresas tendem a condicionar a procura pela melhoria da eficiência energética
Comportamental	Forma da informação	A forma como é disponibilizada a informação condiciona a decisão da implementação de MRE
	Inércia	Oposição a mudanças na empresa pode induzir a negligência de negligenciar medidas de eficiência energética que sejam vantajosas em termos de custo-benefício
	Credibilidade e confiança	A reduzida credibilidade da fonte de informação sobre MRE pode afetar as escolhas por parte das empresas.
	Racionalidade limitada	As indústrias tendem a tomar decisões com base nas suas necessidades, desprezando a procura por soluções ótimas
	Valores	A reduzida ambição individual nas empresas tende a influenciar os contributos para a melhoria de eficiência energética

Diversos estudos analisaram as barreiras que existem na realidade nas indústrias no que diz respeito à implementação de MRE, e verifica-se de um modo geral uma maior predominância de barreiras associadas ao acesso ao capital e ao risco (Brunke et al., 2014; Trianni et al., 2016). Mais precisamente, no setor industrial identifica-se o elevado PRI como um obstáculo ao investimento em eficiência energética, conjugadamente com o acesso a subsídios e o elevado nível de burocracias (CRES, 2017).

O estudo efetuado por Trianni e Cagno (2012) permitiu verificar que o principal problema é a falta de capital, levando a crer que o apoio financeiro para investimento em eficiência energética pelos governos e administrações públicas têm um papel fulcral para impulsionar a eficiência energética no setor industrial. Grande parte dos estudos existentes relativamente a barreiras à eficiência energética identificam os riscos técnicos como riscos de interrupção na produção e possível mau desempenho dos equipamentos como barreiras tecnológicas (Backman, 2017; Chai & Yeo, 2012; Thollander, 2008). A incerteza em relação ao futuro da empresa, por sua vez, é a principal barreira identificada nas PME, o que explica o facto da implementação de MRE ser restringida segundo um critério relacionado com o PRI (Rohdin & Thollander, 2006). As barreiras podem estar associados entre si, como é o caso da barreira da racionalidade limitada, onde as decisões com base em rotinas e regras imprecisas devem-se às restrições de tempo e aos recursos limitados (Cagno et al., 2013).

Outro fator que condiciona a melhoria da eficiência energética diz respeito à informação. Tem-se verificado que as PME desconhecem as opções para aumentar a eficiência energética e o respetivo custo-benefício, apesar da informação poder estar disponível. Para além de barreiras de mercado, o estudo de (A Trianni & Cagno, 2012) identificou a falta de informação, mais precisamente a falta de dados e as poucas informações fornecidas para apoiar as decisões no que respeita à temática da eficiência energética e informações relativamente a possíveis intervenções em eficiência energética, como outra barreira comum às empresas.

A análise das diferentes classes de empresas permitiu constatar que as barreiras têm diferentes proporções, como é o caso da falta de tempo, falta de competências internas e a escassez de informação face às oportunidades de melhoria. Estas barreiras demonstraram ser mais significativas nas indústrias de menores dimensões, uma vez que a possibilidade de ter funcionários dedicados à manutenção dos equipamentos e à identificação de oportunidades de melhoria da eficiência energética é reduzida comparativamente com empresas de maiores dimensões, isto é, empresas de médio porte.

Ainda no que diz respeito a barreiras na formulação de programas, destaca-se na generalidade uma maior dificuldade em incluir um grande número de PME do que um pequeno número de grandes indústrias, estando implícitos custos mais significativos. As PME estão sujeitas a custos administrativos mais elevados, dada a sua amplitude (IEA, 2015a).

2.7.3. Tributação do uso de energia

A tributação do uso de energia nos diferentes setores é uma medida fundamental, pelo que aplica o princípio do poluidor pagador-pagador e pela necessidade de sinalizar os comportamentos. Porém, as taxas devem ser concebidas de modo eficiente para que estas tenham o efeito pretendido. Segundo o estudo efetuado pela OECD (2018), verifica-se que de modo geral os países demonstram reduzida melhoria no uso de energia, sendo que as taxas são gradualmente erodidas pela inflação, refletindo uma falha no que diz respeito aos objetivos

ambientais. A maioria das taxas existentes encontram-se abaixo do valor real que reflete o custo ambiental.

Ainda o facto de grande parte dos países recorrerem a uma remoção parcial ou total do imposto sobre carbono, nos setores cobertos pelo regime de comércio de licenças de emissão e por outros sistemas relacionados compromete a eficácia deste tipo de instrumento. Na Dinamarca, Irlanda, Suécia, Suíça e em Portugal, os setores e combustíveis sujeitos ao regime CELE verificam uma remoção total da taxa de carbono, enquanto que na Noruega remove parcialmente a taxa. Países como a França, a Finlândia, Japão e Reino Unido optaram por não remover a taxa de carbono (OECD, 2018; PMR, 2017a).

Desta forma, os subsídios aos combustíveis, nomeadamente isenções, reduções fiscais, créditos fiscais revelam ser distorcedores, provocando um sinal negativo. Estes subsídios são adotados com a finalidade de minimizar os efeitos das taxas na competitividade empresarial, todavia estes incentivos tendem a promover um maior consumo (Domingues, 2015). Os países que despendem de recursos para financiar políticas de subsídios aos combustíveis ficam expostos a mercados de produtos voláteis, contribuindo para a vulnerabilidade dos governos quanto a choques de mercado para além dos efeitos no orçamento de estado nacional (Smith & Urpelainen, 2017).

3. Metodologia

3.1. Abordagem metodológica

A presente dissertação segue o processo metodológico resumido na figura 3.1, sendo composto por três fases: revisão de literatura, recolha e tratamento de dados e propostas de melhorias às políticas de eficiência energética.

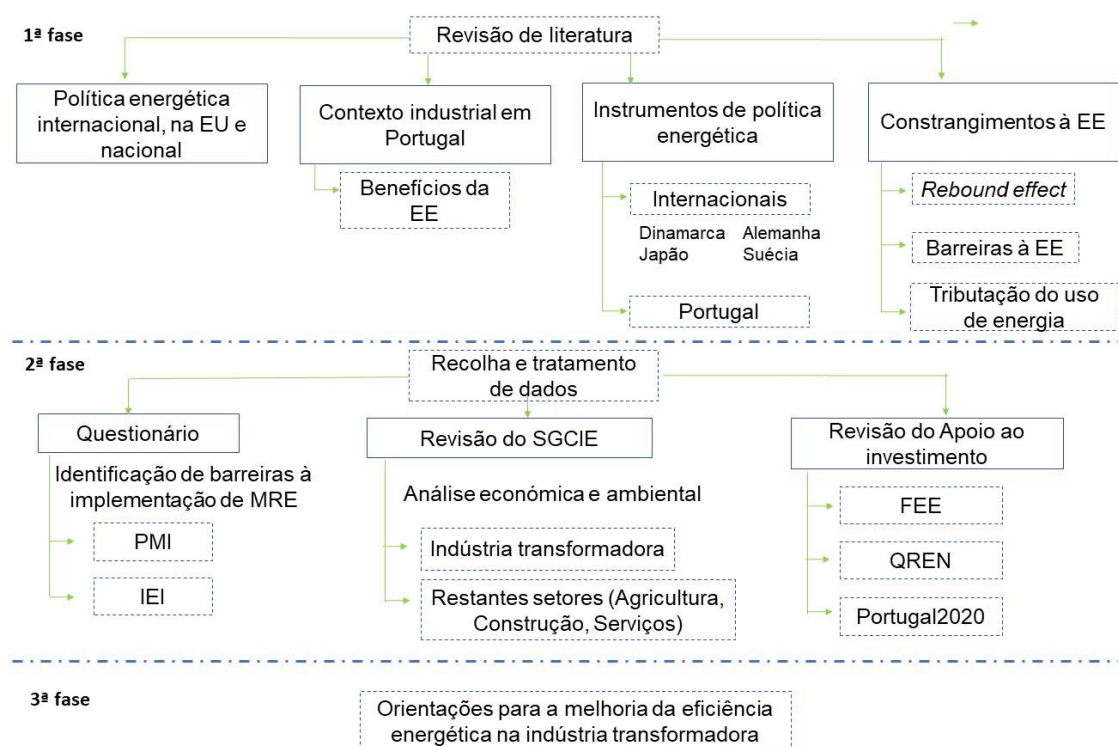


Figura 3.1 – Processo metodológico

3.2. Visão empresarial

Inquérito por questionário – Barreiras e incentivos à eficiência energética

De modo a ter uma perceção das barreiras reais existentes na indústria transformadora portuguesa, foi elaborado um inquérito por questionário tendo como referência o estudo de Brazão (2012), e os estudos de Tianni e Cagno (2012) e Backman (2017).

Para tal, foi necessário recorrer à plataforma de formulários do Google, com intuito do questionário ser divulgado de forma mais ampla. Através do Apêndice I é possível consultar o questionário, assim como no respetivo link: <https://goo.gl/forms/MbH14TO6ReK6LgpJ2>. O seu preenchimento esteve disponível entre 5 de junho a 30 de setembro de 2018.

Visto que o anterior estudo Brazão (2012) verificou que a seleção da amostra segundo o pressuposto de que as instalações com registadas no EMAS ou com a norma ISO 14001:2004 estariam mais dispostas a responder revelou ser ineficaz, optou-se por não restringir a amostra. Assim sendo, recorreu-se ao método *snowball* na medida em que se contactou com associações

empresariais para a divulgação do inquérito. Não sendo suficiente depender apenas das associações empresarias, selecionou-se aleatoriamente um grupo de 600 empresas industriais presentes na base de dados da AICEP e na base de dados da Gescontact. A figura 3.2 permite visualizar o modo de divulgação do inquérito.

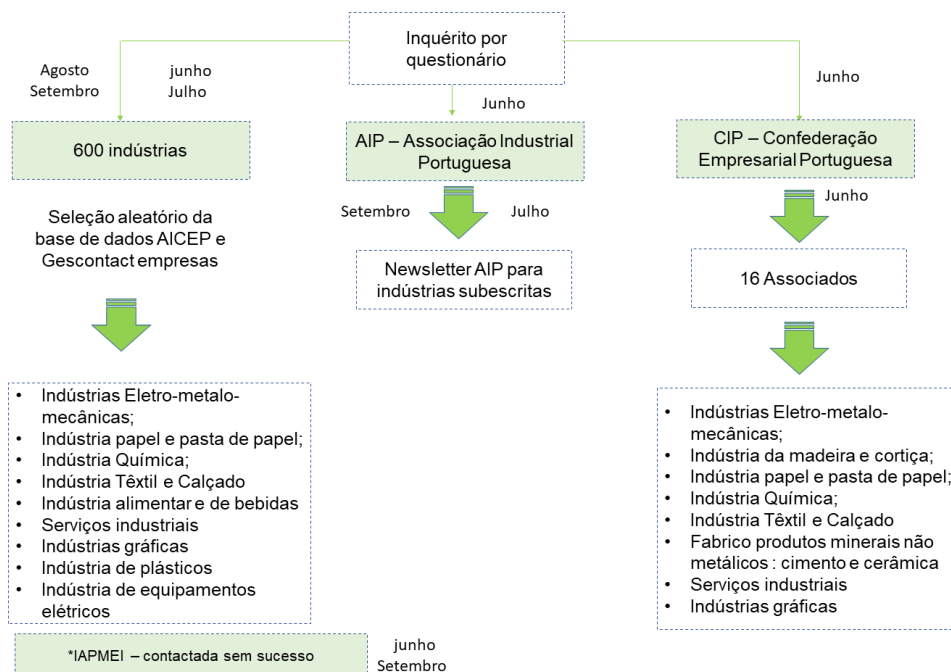


Figura 3.2 - Processo de divulgação do inquérito

O inquérito foi elaborado com o intuito de abranger tanto indústrias intensivamente energéticas, assim como as instalações com consumos de energia não intensivos. Para tal, o inquérito contém perguntas condicionadas havendo questões divergentes, ou seja, as perguntas destinadas às grandes empresas só surgem para este grupo tal como para as PMI. Este é composto por 6 grupos de perguntas, tal como está representado na figura 3.3. O primeiro grupo corresponde a perguntas relacionadas com as características gerais da empresa, de forma a poder distinguir as grandes empresas das PME. O segundo pretende ter um panorama energético das instalações, visando identificar o tipo de consumo de energia e qual a percentagem dos custos de energia na empresa. É, também nesta fase que o inquérito se divide em dois, consoante as instalações realizam auditorias energéticas ou não. O grupo seguinte de perguntas diz respeito às medidas de eficiência energética que são ou não implementadas, tendo o intuito de determinar o motivo pelo qual não são adotadas medidas identificadas eventualmente em auditorias. Este grupo ainda é dividido em dois, distinguindo medidas transversais das medidas setoriais. A quarta fase do inquérito pretende perceber quais são as barreiras e motivações que existem de facto nas indústrias. Esta fase constitui perguntas distintas dependendo do facto da instalação em questão estar registada ou não no SGCIE ou se a instalação efetua ou não auditorias energéticas. Para finalizar, apresentou-se a fase relativa aos incentivos, tendo a finalidade de compreender qual o impacto dos incentivos no âmbito da eficiência energética nas indústrias.

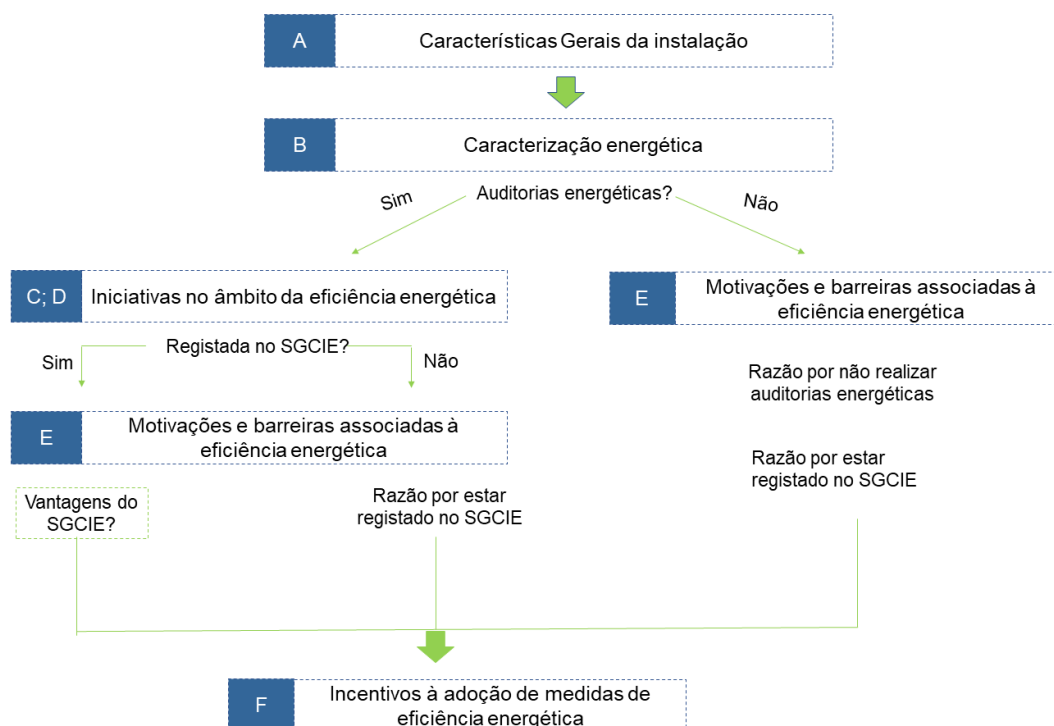


Figura 3.3 - Fases do inquérito

Os resultados provenientes dos inquéritos foram tratados com o recurso ao software Microsoft Office Excel.

Entrevista

Ainda numa fase posterior, foi efetuada uma entrevista ao responsável pela área de Ambiente e Energia na Confederação empresarial Portuguesa (CIP) com o objetivo de complementar o inquérito por questionário às empresas industriais. Para além disso, pretendeu-se obter uma visão da perspectiva empresarial a possíveis sugestões de melhoria dos mecanismos referentes à promoção de eficiência energética. As questões abordadas na entrevista podem ser observadas no Apêndice II.

3.3. Revisão do Sistema de Gestão de Consumo Intensivo de Energia (SGCIE)

3.3.1. Indicadores físicos e económicos

Atualmente, o SGCIE é constituído por 1 156 instalações, sendo que 893 correspondem a instalações do setor da indústria (transformadora e extrativa). Apesar do SGCIE constituir um programa destinado ao setor da indústria, este abrange também outros setores, nomeadamente os setores da construção, dos serviços e dos transportes. Como tal, o programa cobre cerca de 9 % do consumo energético a nível nacional, registando-se em 2017 um consumo de energia final de 1,9 Mtep pelas instalações registadas. Estes consumos encontram-se associados a um potencial de redução implícito nas medidas de eficiência energética que foram adotadas e que estão previstas no âmbito dos PREn.

A revisão e sistematização da informação referente ao potencial de poupança de energia implicou uma revisão dos indicadores económicos e uma estimativa de impactes ambientais evitados associados ao potencial de redução das instalações registadas no programa SGCIE. Tal como mencionado o estudo foca-se essencialmente na indústria transformadora. Porém, o facto de outros setores estarem abrangidos pelo programa e contribuírem em conjunto para a meta definida para a área específica da indústria no PNAEE, implicou a análise do potencial de redução associado ao total dos setores abrangidos pelo programa.

De forma a poder caracterizar o impacte do SGCIE como instrumento de política na promoção da eficiência energética a nível nacional foram solicitados à ADENE dados provenientes das auditorias energéticas. As auditorias energéticas permitem identificar o investimento inicial, a poupança energética anual, e a poupança económica anual. Estes dados são recolhidos e processados por um software, *Business Intelligence*, resultando numa tabela com os indicadores atrás mencionados para cada tipologia de medida adotada em cada setor de atividade. Os valores referentes à poupança energética foram interpretados como um valor médio anual que as medidas proporcionam, uma vez que se desconhece os anos em que as medidas foram adotadas e os respetivos períodos de vida útil das medidas.

Para a análise do desempenho económico das medidas utilizaram-se como indicadores: o investimento inicial, o período de retorno de investimento, o custo de redução de energia, o preço médio da energia poupada e o fator de rentabilidade. Estes indicadores foram determinados para cada tipologia de medidas e por setor de atividade.

O período de retorno de investimento (PRI) é um dos indicadores mais utilizados pelas empresas para tomar decisões de investimento, representando a rentabilidade a curto prazo. Na presente análise utilizou-se o PRI simples (Equação 1) porque não se dispunha de informação sobre a evolução das poupanças ao longo do tempo. A opção pelo PRI simples representa uma simplificação (não considera valores descontados), que se considera aceitável para o objetivo proposto de avaliar a rentabilidade teórica e comparar as medidas entre si. A distorção introduzida por esta simplificação aumenta para PRI elevados.

$$PRI = \frac{CI}{PEca} \quad \text{Equação 1}$$

CI - custo de investimento inicial (€)

PEca - poupança económica anual esperada (€/ano)

O custo de redução da energia pode ser expresso de duas formas. Na análise optou-se por utilizar o custo de energia unitário (Equação 2). O custo de redução de energia unitário pode ser comparado com o preço médio implícito da energia poupada (Equação 3).

$$CRu = \frac{CI}{PEna \times PVU} \quad \text{Equação 2}$$

$$PENP = \frac{PEca}{PEna} \quad \text{Equação 3}$$

CRa – Custo anual de redução de energia (€/tep.ano)

CI - custo do investimento inicial (k€)

PEna – poupança energética anual esperada (ktep/ano)
 CRu – Custo de redução de energia unitário (€/tep)
 PVU – período de vida útil associado a cada medida (anos)
 PEnP- preço médio da energia poupada (€/tep)
 PEca – poupança económica anual esperada (k€/ano)

O facto de se ter analisado tipologias de medidas e não medidas concretas, implicou que se assumisse um PVU de sete anos para todas as tipologias de medidas. O valor definido para o PVU assentou no pressuposto: na duração média de cada PREn, uma vez que antes de revogação do Decreto-Lei 71/2008 a duração dos PREn variavam entre 6 a 8 anos, consoante o consumo energético de cada instalação.

A relação de custo-benefício relativa a uma medida é tanto melhor, quanto maior for a diferença entre o custo de redução unitária (Equação 2) e o preço médio da energia poupada (Equação 4). É desta relação que surge o fator de rentabilidade (FR), que permite avaliar a rentabilidade a longo prazo (Equação 5).

$$FR = \frac{PEnP}{CRu} = \frac{PEca}{CI} \times PVU \quad \text{Equação 4}$$

CI- custo do investimento inicial (k€)
 PEca – poupança económica anual (k€/ano)
 PEnP- preço médio da energia poupada (€/tep)
 CRu - custo de redução de energia unitário (€/tep)
 PVU – período de vida útil da medida (anos)

De modo a ser possível comparar os dados a nível nacional, foi necessário consolidar os códigos existentes. Isto porque os dados relacionados com o programa SGCIE encontram-se disponíveis por setor de atividade segundo a classificação portuguesa de atividades económicas. Enquanto que os dados referentes ao consumo de energia final a nível nacional são apresentados segundo os próprios códigos da DGEG.

Tabela 3.1 - Agregação de setores de atividade

Setor de atividade	Código DGEG	Código CAE (rev. 3)	
Agricultura	10.1.1	01 ; 02	
Pescas	10.1.2	03	
Indústria Extrativa	10.2	07 ; 08 ; 09	
Indústria Transformadora	Indústria de alimentação, bebidas e tabaco	10.3.1	10 ; 11 ; 12
	Indústria Têxtil	10.3.2	13
	Indústria de Papel e artigos de papel	10.3.3	17 ; 18
	Indústria química, de plásticos e borracha	10.3.4 ; 10.3.12	20 - 22
	Indústria de produtos minerais não metálicos	10.3.5 ; 10.3.6 ; 10.3.7	23
	Indústria metalúrgica	10.3.10 ; 10.3.9	24
	Indústria de vestuário e calçado	10.3.10	14 ; 15
	Indústria da madeira e artigos de madeira	10.3.11	16
	Indústria metaló-eleto-mecânica	10.3.13	25 – 30; 33
	Outras indústrias transformadoras	10.3.14	31 ; 32
	Construção e obras públicas	10.4	41 - 43
	Transportes	10.5	49 - 52
	Serviços	10.7	34 - 39 ; 45 - 47 ; 52 - 96
	Indústria transformadora	10.3	10-33

Para determinar as potenciais poupanças associadas a uma possível expansão do âmbito do SGCIE a todas as indústrias portuguesas, considerou-se:

$$\frac{\text{Consumo de energia final da indústria transformadora no SGCIE}}{\text{Potencial de poupança de energia das indústrias atualmente registadas}} = \frac{\text{Consumo de energia final da indústria transformadora nacional}}{\text{Potencial de poupança relativo à expansão do SGCIE}}$$

É importante mencionar que esta estimativa se encontra condicionada, uma vez que não se tem em conta os impactos da adoção de diferentes medidas de eficiência energética, assumindo que não diferem das implementadas atualmente.

Tratamento estatístico

A nível de tratamento estatístico, efetuou-se histogramas de forma a poder analisar a variância do indicador referente ao PRI associado a cada tipologia de medidas. Para tal, foi necessário recorrer ao software R, criando boxplots. Torna-se importante referir que alguns valores foram considerados inválidos, pelo que foram eliminadas as medidas que apresentassem simultaneamente um PRI inferior a 0,3 anos e um fator de rentabilidade superior a 50, e uma medida que apresentava um PRI de 2000 anos.

3.3.2. Impactes evitados associados ao potencial de redução de energia

O consumo das diversas fontes de energia exerce uma forte pressão sobre o ambiente, sendo este um aspeto relevante a ter em consideração, para além dos fatores económicos, na sua redução. Como tal, foi estimado o impacto evitado associado à redução do consumo de energia a partir das medidas previstas nos PREn. Assim, aplicou-se o método *Ecoblok*, método este que

visa avaliar o desempenho ambiental de um produto, serviço ou processo através de um conjunto de 6 indicadores. Este método baseia-se numa abordagem quantificada direcionada para de análise de ciclo de vida, promovendo a divulgação do desempenho ambiental de modo padronizado e eficaz (Melo et al., 2007). Os indicadores Ecoblok permitem agregar a informação referente a um tipo de impacte ambiental e são calculados pela seguinte expressão (4):

$$I_i = \sum (Q_{ij} \times feq_{ij}) \quad \text{Equação 5}$$

I_i corresponde ao indicador *Ecoblok* expresso em unidades equivalentes
 Q_{ij} constitui a quantidade mensurável da variável j para o indicador i

feq_{ij} é o fator de equivalência da variável j para o indicador i .

O fator de equivalência expressa a sustentabilidade ambiental absoluta associada à variável, estando subjacente uma lógica de escassez do recurso ou perigosidade. Os fatores de equivalência são baseados em critérios específicos, tendo sido necessário recorrer ao software *OpenLCA*.

O presente método foi aplicado através do software *OpenLCA*. O software é direcionado para a análise de ciclo de vida, sendo de acesso gratuito. Para a sua aplicação foi necessário recorrer à base de dados *Ecoinvent 3.5*, que disponibiliza informação ambiental bruta sobre os fluxos associado às fontes de energia consumidas pelas indústrias num contexto global. É relevante mencionar que para reduzir a margem de erro desta estimativa, optou-se por realizar um *mix* de fontes para a produção de eletricidade, tal como é possível observar na figura 3.5. Para a criação deste *mix* optou-se por incluir a produção de eletricidade produzida por uma dada fonte num intervalo de 10 anos, com recurso aos dados da Eurostat. Foi considerado um intervalo de tempo com a finalidade de incluir os anos em que a energia hídrica teve mais ou menos predominância na produção de eletricidade.

Inputs/Outputs: Eletricidade Portugal				
Inputs				
Flow	Category	Amount	Unit	Costs/Reve...
F _g electricity, high voltage	3510:Electric power gen...	2.75878E5	kWh	
F _g electricity, high voltage	3510:Electric power gen...	1.80390E4	kWh	
F _g electricity, high voltage	3510:Electric power gen...	3937.00000	kWh	
F _g electricity, high voltage	3510:Electric power gen...	2.16798E5	kWh	
F _g electricity, high voltage	3510:Electric power gen...	3.35270E4	kWh	
F _g electricity, high voltage	3510:Electric power gen...	1.46331E5	kWh	
F _g electricity, high voltage	3510:Electric power gen...	2.99841E5	kWh	
F _g electricity, low voltage	3510b: Electric power ge...	5648.00000	kWh	
Outputs				
Flow	Category	Amount	Unit	Costs/Reve...
F _g Eletricidade Portugal		1.00000	kWh	

Figura 3.4 - Software ACV: OpenLCA - Criação do *mix* de fontes para a eletricidade

A partir do Ecoblok pretendeu-se estimar impactes evitados associados aos indicadores: Emissão de gases de efeitos de estufa (GHE), poluição do ar (PA), poluição da água e do solo (PWL), uso do solo (LU), recursos (RE) e captação de água (WA). O indicador referente aos GEE visa medir o aquecimento global das emissões evitadas implícitas no potencial de poupança energética das instalações registadas no SGCIE. Os fatores de equivalência variam consoante os gases, sendo determinados pela metodologia do IPCC. O indicador relativo à poluição do ar (PA) tem em consideração um conjunto de poluentes para os quais estão associados fatores de equivalência. Estes fatores de equivalência foram determinados previamente pelos limiares de cada poluente estipulado no *Pollutant Release and Transfer Register (PRTR)*, tal como o indicador da poluição da água e do solo. O uso do solo, por sua vez, pretende avaliar a área que fica inviabilizada para outros usos através da atribuição de fatores de equivalência. Os fatores de equivalência atribuídos para este seguem critérios como os serviços ambientais fornecidos pelo solo, as práticas agrícolas e o grau de destruição do solo. Os impactes implícitos no consumo de energia nas atividades económicas relacionadas com as quantidades de materiais não renováveis são determinados pelo indicador RE. Este indicador tem em conta a degradação dos recursos naturais, assim como a perda de biodiversidade e a erosão. Por último, a quantidade de água não extraída associada à redução do consumo de energia é determinado pelo indicador WA. Para isto, recorreu-se aos fatores de equivalência que relacionam a quantidade de água que é extraída para o efeito e a quantidade considerada sustentável (Melo et al., 2007; Ferreira, 2018)

3.4. Revisão do apoio ao investimento em eficiência energética

Como referido no capítulo anterior, os mecanismos de incentivo ao financiamento em eficiência energética na indústria são suportados essencialmente pelo Fundo de Eficiência Energética, pelo PPEC e pelos programas do Portugal 2020. No passado, os Quadros Comunitários de Apoio I, II, III e o Quadro de Referência Estratégica (QREN) também contribuíram como apoio ao financiamento em projetos de eficiência energética. Assim sendo, foram analisados dados referentes a estes apoios. Relativamente ao apoio fornecido pelo FEE, foram analisados os relatórios finais de implementação de projetos de cada aviso que estiveram disponíveis entre 2012 a 2015.

A revisão realizada ao apoio existente ao investimento focou-se na análise de informação relativamente às características de elegibilidade de projetos, critérios de avaliação das candidaturas e à informação quantitativa presentes nos relatórios finais de implementação dos projetos no âmbito dos avisos do FEE. Adicionalmente, foram analisados os dados de projetos cofinanciados no domínio da energia para os diferentes períodos de programação: QREN e PT2020, dispensados pela Agência de Desenvolvimento e Coesão AD&C. Uma vez que o excel fornecido pela AD&C se encontrava incompleto, optou-se por recorrer também à base de dados apresentada no site do QREN, e do COMPETE2020, e realizar uma análise individual aos projetos de modo a ser possível identificar os projetos de eficiência energética.

Os projetos aprovados no âmbito dos quadros comunitários são caracterizados pelos seguintes indicadores: investimento/ custo total elegível, despesa pública, despesa privada, fundo comunitário, contrapartida pública nacional. Estes relacionam-se segundo as equações 6, 7 e 8.

$$\text{Custo Total (€)} = \text{Custo elegível} + \text{Custo não elegível} \quad \text{Equação 2}$$

$$\text{Custo elegível (€)} = \text{DPu} + \text{DPr} \quad \text{Equação 3}$$

$$\text{Dpu (€)} = \text{CC} + \text{CPN} \quad \text{Equação 4}$$

DPu – Despesa pública;

DPr – Despesa privada

CC – Comparticipação comunitária

CPN – Contrapartida pública nacional

A comparticipação comunitária, ou financiamento comunitário diz respeito à parcela da despesa que é financiada pelos fundos comunitários, a contrapartida pública nacional corresponde a qualquer participação pública para o financiamento de operações que pode ser proveniente do Orçamento do Estado, de autoridades regionais e locais. A despesa privada, ou comparticipação privada corresponde à parcela do investimento proveniente de uma entidade de direito privado, podendo incluir o crédito bancário.

A partir destes indicadores é possível determinar a taxa de co-financiamento, assim como a taxa de apoio (equação 9 e 10):

$$\text{Taxa de apoio (\%)} = \frac{\text{DPu}}{\text{Custo elegível}} \times 100 \quad \text{Equação 5}$$

$$\text{Taxa de co – financiamento (\%)} = \frac{\text{CC}}{\text{Custo elegível}} \times 100 \quad \text{Equação 6}$$

DPu – Despesa pública;

CC – comparticipação comunitária

4. Resultados e discussão

4.1. Visão empresarial

4.1.1. Inquérito: Eficiência energética na indústria – Barreiras e incentivos

Após uma ativa divulgação do inquérito a grandes empresas e PME do setor da indústria transformadora, foram obtidas 15 respostas no total. As indústrias que participaram no inquérito por questionário revelaram ser heterogéneas tanto a nível do subsetor, como a nível da dimensão e do consumo energético. As respostas obtidas incluem subsectores como: a indústria química, indústria da borracha e de plásticos, indústria alimentar e de bebidas, indústria da madeira, indústrias metalúrgicas, e subsectores de fabricação: de produtos minerais não metálicos, de máquinas e de equipamentos, produtos metálicos e de equipamento elétrico, e outras indústrias transformadoras. A figura 4.1 demonstra a caracterização da amostra obtida, quanto à dimensão das empresas e relativamente ao consumo energético.

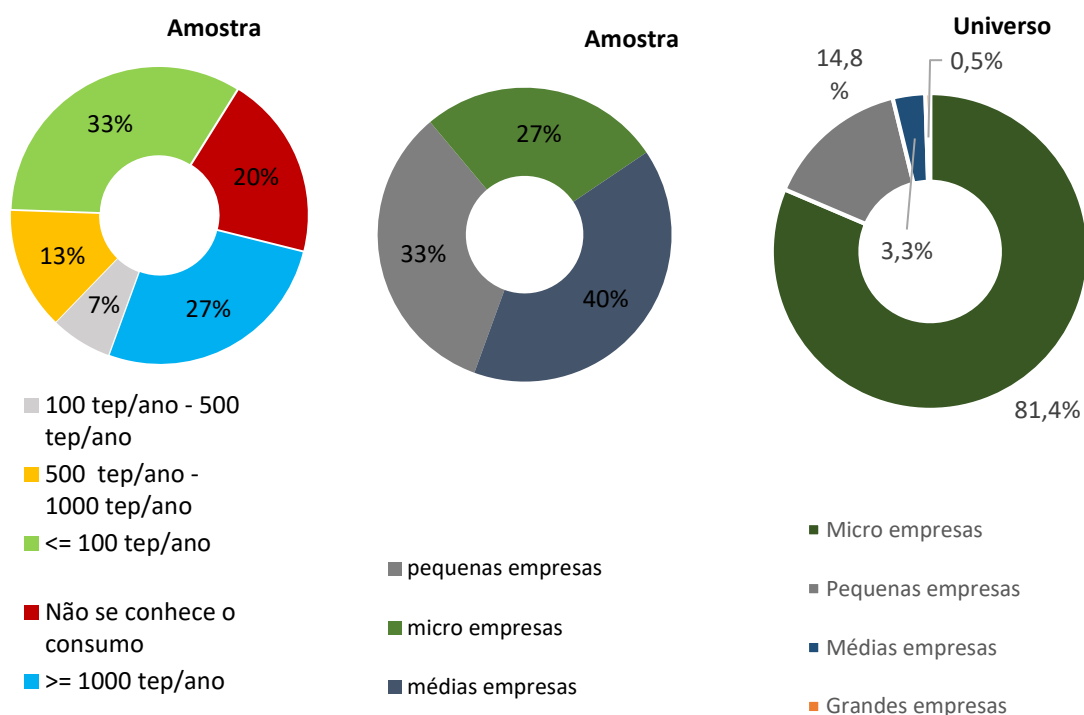


Figura 4.1 - Caracterização da amostra inquirida

Ora, pela observação da figura 4.1 é possível constatar que a amostra não é representativa da indústria transformadora portuguesa. Registou-se uma maior participação das médias empresas, correspondendo a 6 das respostas obtidas. Por outro lado, o universo da indústria portuguesa é maioritariamente constituído por microempresas e pequenas empresas. A reduzida representatividade das microempresas pode ser justificada pela reduzida prioridade que estas empresas atribuem à temática em estudo, mais precisamente a inexistência de um agente com competências na área e a falta de tempo. Porém, as grandes empresas mostraram ainda menos interesse em participar no estudo. Tal como esperado, os menores consumos verificam-se nas

empresas de menores dimensões, onde 33% das empresas inquiridas, isto é, 5 micro e pequenas consomem menos 100 tep/ ano. No entanto, observou-se que as pequenas empresas também podem apresentar consumos superiores a 500 tep/ano, encontrando-se registados no SGCIE. Apesar da maioria dos inquiridos apresentar consumos inferiores a 100 tep/ano, verificou-se que a maioria já tinha sido sujeita a auditorias energéticas, mais concretamente 9 das empresas, sendo que 3 das empresas encontram-se fora do âmbito do SGCIE.

De acordo com as respostas obtidas, figura 4.2, o principal fator que é considerado para a seleção das medidas de eficiência a adotar corresponde ao período de retorno de investimento seguindo-se da redução na fatura energética, indo ao encontro do encontrado no estudo de Brazão (2012).

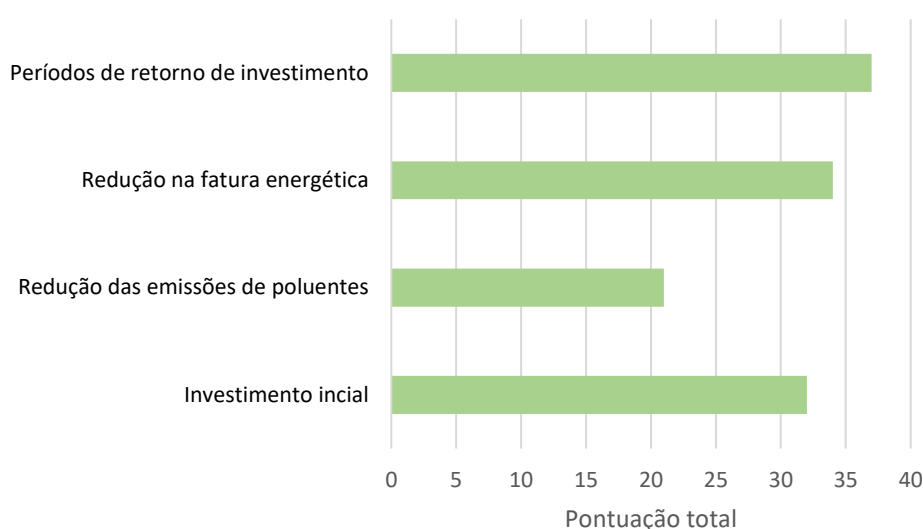


Figura 4.2 - Classificação do grau de importância de fatores que condicionam a adoção de medidas de eficiência energética

Ao considerar o PRI como o 1º critério para a tomada de decisão, as empresas de dimensão média revelam que em média as medidas de racionalização de energia (MRE) são adotadas caso apresentem um PRI inferior a 5 anos. Enquanto que as empresas de pequena dimensão consideram viáveis as MRE com PRI inferiores a 2 e a 3 anos. Pensa-se que a opção das empresas de média dimensão por MRE com PRI mais elevados, se deve ao facto de estas corresponderem às indústrias com registo no SGCIE. Este instrumento requer que sejam implementadas medidas com PRI até 5 anos para instalações que consumam mais de 1000 tep/ ano, caso sejam identificadas nas auditorias energéticas.

Os resultados do questionário revelam que as tipologias de medidas mais adotadas dizem respeito à iluminação eficiente, a isolamentos térmicos e à otimização de motores. A nível de medidas transversais, as medidas identificadas nas auditorias são em regra implementadas. Contudo, verificou-se que na maioria dos casos não foram identificadas medidas setoriais nas auditorias, e quando identificadas e não implementadas justificaram o facto de serem menos

custo-eficazes. Ou seja, as empresas acreditam que estas medidas revelaram ter implícito um investimento elevado e um potencial de redução reduzido.

Ao questionar as indústrias registadas no SGCIE, foi possível constatar que a maioria das empresas reconhece a sua importância para a redução de custos energéticos. Porém, verificaram-se casos em as suas vantagens não são de todo valorizadas, cumprindo-as apenas pelo facto deste ser mandatário.

Das instalações que se encontram registadas no SGCIE, três consideram como principais motivações para implementação de medidas a obrigação legal, sendo que duas destas ainda mencionam a isenção do ISP como um fator positivo quanto à implementação de MRE. Duas empresas consideram a eficiência energética como um fator contribuí para a melhoria dos sistemas de produção, assim como um meio de reduzir custos nas empresas. As duas empresas que implementam medidas fora do âmbito do SGCIE, identificaram a melhoria da imagem ambiental da empresa e a redução dos custos como principais fatores motivações para a sua adoção. Quando questionado o motivo pelo qual as empresas não realizavam auditorias todas as empresas mencionaram os elevados custos associados à sua realização, assim como a falta de incentivos para que seja possível as efetuarem.

Relativamente aos incentivos, apenas 11 empresas tinham conhecimento da existência de incentivos para a eficiência energética, tendo acesso a esta informação essencialmente pelos sites das associações empresarias e pela Agência para a Competitividade e Inovação (IAPMEI). Destas 11, apenas 7 empresas já se candidataram a concursos para a obtenção de apoio financeiro. Deste modo, foi questionada a opinião dos inquiridos quanto às características dos incentivos, estando as respostas apresentadas na figura 4.3.

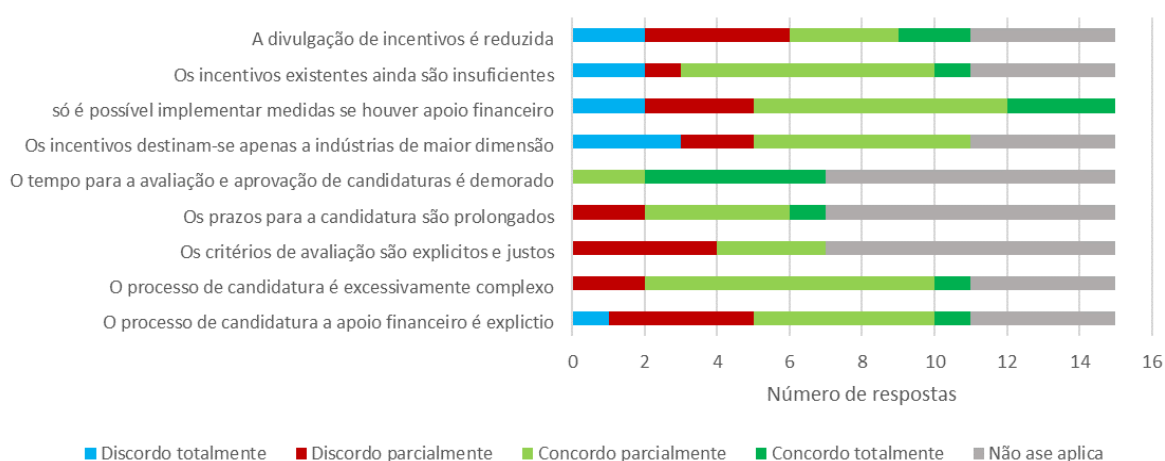


Figura 4.3 - Apoio ao financiamento de MRE

A maioria dos representantes das empresas consideram que a implementação de MRE encontra-se dependente da existência de apoio a financiamento, sendo que consideram os incentivos existentes ainda insuficientes. Porém, quanto à divulgação de incentivos a maioria considera que a informação está acessível às empresas. De modo geral, os inquiridos identificam

problemas a nível da complexidade do processo de candidatura, tendo três dos inquiridos identificado a burocracia associada ao acesso a apoio financeiro a principal barreira, quando perguntado os aspetos que dificultam o acesso ao financiamento.

4.1.2. Entrevista

Como foi possível constatar anteriormente, a análise das respostas provenientes do inquérito revelou ser pouco eficaz, na medida em que as respostas foram em número limitado. Como tal, considerou-se relevante integrar a opinião sobre a matéria de eficiência energética na indústria de um profissional experiente e com uma perspetiva empresarial. Neste sentido, realizou-se uma entrevista, tendo como entrevistado o Eng.º Jaime Braga, responsável pela área de Energia e Ambiente na CIP.

Enquanto organismo de cúpula, a CIP tem um papel crucial na promoção da eficiência energética já que cria condições para a difusão de conhecimentos específicos e gerais, tal como na promoção do financiamento. Foi neste contexto que o Eng.º Jaime Braga, representante da CIP no Concelho Nacional do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e na Coligação para o Crescimento verde, aceitou o desafio proposto.

Colocada a questão sobre as barreiras existentes à adoção de MRE, o representante da CIP destaca as vantagens do financiamento sob o ponto de vista da sua inevitabilidade, afirmando que: «a questão referente ao financiamento é inevitável, pelo simples facto de a maioria das empresas nacionais estarem descapitalizáveis». O facto de muitas medidas demonstrarem ser técnica e economicamente rentáveis não é suficiente para que estas sejam implementadas. E deu um exemplo: «Este flagelo verifica-se sobretudo nas PME». Assim, enfatiza o acesso ao capital como a principal barreira no que respeita à adoção de medidas, estando em concordância com os resultados obtidos nos inquéritos. Acrescentou, ainda que existe uma outra questão também importante que está relacionada com «a falta de recomendações e orientações para além do que é abrangido pelas auditorias energéticas». Por outro lado, a barreira referente à falta de informação referida frequentemente na literatura, já não se verifica na realidade portuguesa. O Eng.º Jaime Braga defende que existe sim problemas de consciencialização das empresas quanto à importância da eficiência energética no que concerne à competitividade empresarial.

Num pensamento comparativo e reforçando a sua linha de pensamento, afirma que: «o problema central, numa perspetiva institucional, corresponde à falta de literacia energética. Esta barreira é complexa sendo apenas possível de colmatar com a reformulação integrada do ensino que impulsionará uma melhoria nas competências técnicas presentes nas empresas. Segundo o Eng.º Jaime Braga é importante atuar em quatro níveis: «literacia energética básica para todos; executantes técnicos com instrução; remuneração adequada; e, técnicos superiores capazes de planear e colocar em serviço sistemas eficientes no consumo de energia».

Relativamente aos incentivos existentes, o representante da CIP considera que os apoios ao financiamento não são suficientes, no sentido de que, estas possam aproveitar o potencial de

redução que os seus processos de produção estão sujeitos. Adiantou, ainda que a complexidade dos processos burocráticos associados à realização de auditorias e às candidaturas a financiamentos conduzem a que as empresas, principalmente as PME, desistam de realizá-las.

Em sequência da resposta anterior foi considerado útil saber a opinião relativamente à possível criação de redes de eficácia energética, em Portugal semelhantes às redes já existentes na Alemanha e na Suécia. A resposta não se fez esperar, em sentido positivo, considerando-o como «indispensável». Todavia, acrescenta «para a aplicação deste é necessário que a criação do corpo técnico integrante das redes seja devidamente orientada e que a sua ação inicial tenha sucesso suficiente para ser expandido». Em contrapartida, receia que os custos financeiros que possam estar implícitos constituam uma barreira à eficácia das redes de eficiência energética.

Por fim, colocada a questão sobre a potencial eliminação da isenção do ISP, respondeu: «considero o incentivo fundamental para a competitividade empresarial», acreditando que a sua possível eliminação não possa ser implantada unilateralmente.

4.2. Revisão do SGCIE

4.2.1. Análise global

De maneira a ter uma perceção mais detalhada dos fatores que influenciam a tomada de decisão quanto à adoção de medidas de eficiência energética, efetuou-se uma análise ao atual mecanismo que abrange as instalações com consumos intensivos de energia (CIE), isto é, ao SGCIE. Ora, comparando os consumos energéticos por parte das instalações abrangidas pelo SGCIE com o consumo energético nacional dos respetivos setores, foi possível determinar a representatividade do SGCIE, tal como consta na figura 4.4.

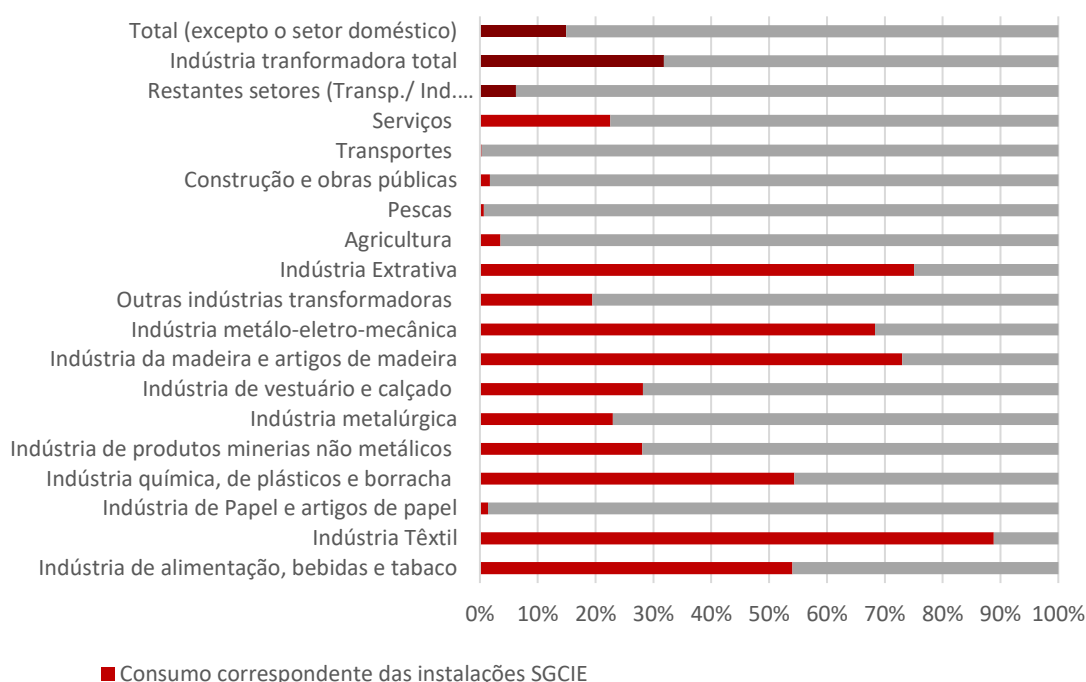


Figura 4.4 - Representatividade do SGCIE no consumo energético nacional

Como referido anteriormente, o SGCIE é um mecanismo de carácter obrigatório para instalações que apresentem consumos energéticos superiores ou iguais a 500 tep/ano, e um mecanismo de carácter voluntário para instalações que têm consumos energéticos inferiores a 500 tep/ano. Como tal, o SGCIE demonstra abranger, até ao momento, cerca de 15 % do consumo energético nacional nos setores da indústria, serviços, transportes e da construção. No que diz respeito à indústria transformadora, o SGCIE abrange aproximadamente 1,4 Mtep do consumo energético, o que representa cerca de 32% do consumo total da indústria transformadora em Portugal.

O setor da indústria transformadora é o setor com maior representatividade no programa, representando cerca de 72% do consumo energético promovido pelas instalações registadas. Contudo, ainda 68 % do consumo energético no setor da indústria transformadora não se encontra coberto pelo SGCIE, correspondendo estas a instalações abrangidas pelo regime CELE e indústrias com consumos inferiores a 500 tep/ano. Dentro da indústria transformadora, constatou-se que cerca de 89 % do consumo energético do setor da indústria têxtil é coberto pelo programa. Por outro lado, a indústria da pasta e de papel está pouco representada no programa, uma vez que o setor se encontra maioritariamente abrangido pelo regime CELE. Relativamente aos restantes setores, destaca-se a indústria extrativa e dos serviços, onde 75 % e 23 % do consumo de energia final de cada setor encontra-se abrangido pelo SGCIE.

Segundo a revisão de literatura e pelas respostas obtidas no inquérito, o PRI constitui um fator determinante na tomada de decisão relativamente à adoção de medidas de eficiência energética. Em regra, o limiar de atratividade para a implementação de MRE nas empresas varia entre um PRI de 3 a 5 anos. Assim sendo, optou-se por dividir as medidas implementadas consoante o seu PRI, tal como se encontra representado na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Análise por PRI no setor da indústria transformadora

	PRI	Medidas adotadas	PE _{na}	PE _{na} por medida	CI	CI por medida	PE _{ca}	PE _{ca} por medida	PE _{np}	CR _u	FR
	ano	nº	ktep/ano	tep/ano	k€	k€	k€/ano	€/ano	€/tep	€/tep	
Indústria transformadora	0 ≤ PRI ≤ 3	3 283	92,4	28	90 852	28	55 934	17 037	605	140	4
	3 < PRI ≤ 5	890	18,2	20	47 223	53	13 323	14 969	732	371	2
	5 < PRI ≤ 7	256	7,4	29	30 381	119	5 030	19 648	681	587	1
	PRI > 7	40	0,7	18	10 317	258	751	18 766	1 032	2 026	1
	Total/Média	4 469	118,8	27	178 773	40	75 037	16 790	632	215	3
Outros setores	0 ≤ PRI ≤ 3	554	7,6	14	14 718	26 567	8 347	15 066	1 098	277	4
	3 < PRI ≤ 5	190	3,2	17	11 065	58 235	2 828	14 884	883	494	2
	5 < PRI ≤ 7	68	3,2	47	17 707	260 404	3 069	45 134	955	787	1
	PRI > 7	55	1,1	19	10 340	188 007	893	16 230	847	1 402	1
	Total/Média	867	15,1	17	53 830	62 088	15 136	17 458	1 004	510	2

Os outros setores incluem o setor da construção, dos serviços, da agricultura e pescas e indústria extrativa as medidas adotadas correspondem ao total de tipologia de medidas adotadas nas instalações; PE_{na} – poupança energética anual esperada; CI – custo de investimento inicial; PE_{ca} – poupança económica anual esperada; PE_{np} – preço médio de energia poupada; CR_u – custo de redução de energia unitário; FR- fator de rentabilidade.

Ao comparar os indicadores correspondentes ao setor da indústria transformadora e dos outros setores, é possível identificar um panorama semelhante. Tanto a indústria transformadora como os restantes setores optam por implementar maioritariamente MRE com PRI inferiores a 3 anos,

representando 73 % e 64 % das medidas adotadas. Consequentemente, estas medidas estão associadas a um maior investimento e a maiores poupanças económicas comparativamente às restantes medidas. Porém, quando comparado com o valor médio de investimento por medida adotada observa-se que as medidas com período superior a sete anos envolvem um maior investimento para as empresas. O grupo de medidas que apresenta PRI superior a 7 anos representa 1 % das medidas implementadas na indústria transformadora e 7 % nos restantes setores. A adoção destas medidas pode ser justificada pela necessidade de substituição de tecnologias que já se encontram obsoletas, ou então pelo facto de as empresas considerarem apelativas as poupanças económicas que estão subjacentes. Por outro lado, esta evidência leva a crer que eventuais medidas que são identificadas nas auditorias energéticas e não são implementadas, geralmente medidas com PRI elevados podem representar uma significativa poupança a nível económico. Relativamente ao custo associado à energia poupada, verifica-se que as medidas com PRI superiores a sete anos apresentam custos mais elevados, seguindo-se as MRE com o PRI entre os cinco e os sete anos face às MRE e MRE com o PRI entre os três e cinco anos.

Em suma, apesar do grupo de medidas com PRI superior a 7 estar sujeito a maiores custos de investimento e a maiores custos de redução de energia, este grupo demonstra ter associado um reduzido potencial de poupança energética e económica comparado com as restantes medidas, representando apenas a 1% e 7 % das poupanças energéticas anuais esperadas na indústria transformadora e nos restantes setores, respetivamente. Assim sendo, considera-se que o grupo de MRE com PRI médios, isto é, entre três a sete anos, o grupo que demonstra mais necessidade de apoio ao investimento, uma vez que correspondem a 22 % e a 47 % da poupança energética anual na indústria transformadora e nos restantes setores, respetivamente.

Ao efetuar uma análise à melhoria do desempenho energético por tipologia de medidas adotadas no âmbito do SGCIE e por setor, verificou-se que as medidas que se caracterizam por maior potencial de redução podem não ter o maior efeito na redução do consumo. As Figura 4.5, 4.6, 4.7 e 4.8 apresentam as poupanças energéticas anuais totais e as poupanças energéticas anuais face ao consumo de energia, associado a cada subsetor da indústria transformadora e aos restantes setores registados no SGCIE, respetivamente.

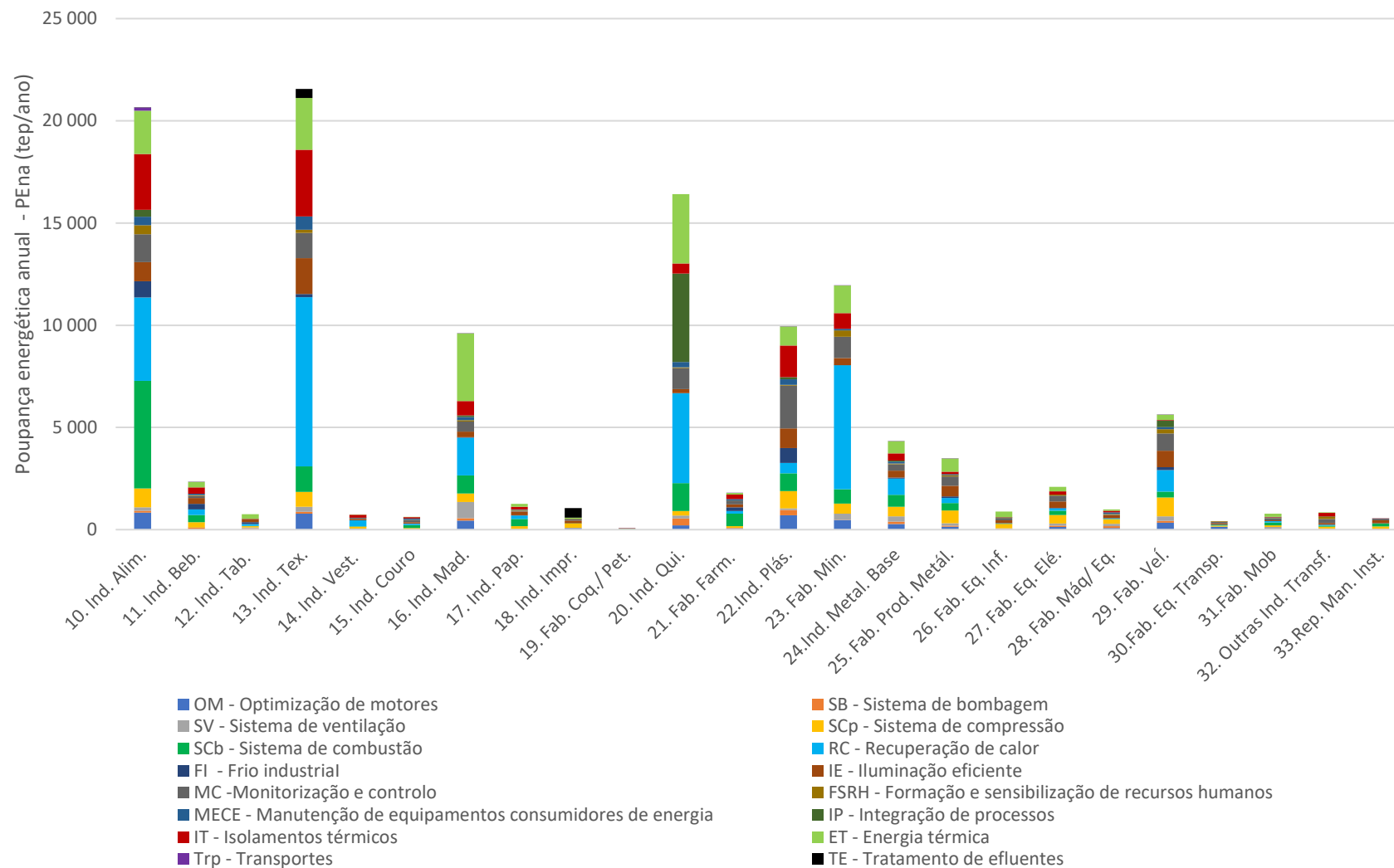


Figura 4.5 - Melhoria do desempenho energético na indústria transformadora registada no SGCIE – Poupança energética anual esperada

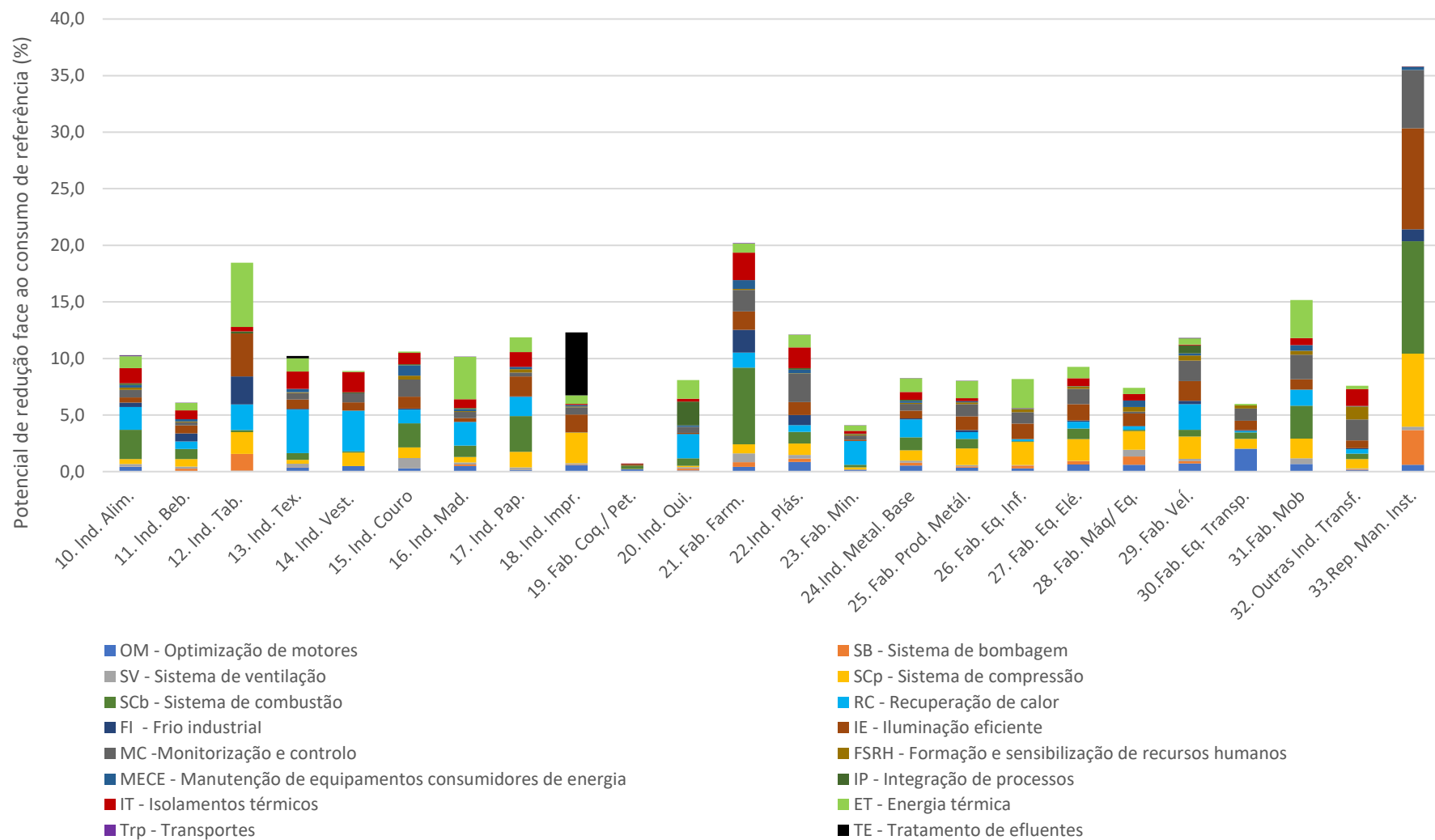


Figura 4.6 - Melhoria do desempenho energético na indústria transformadora registada no SGCIE: Poupança energética anual esperada face ao consumo energético

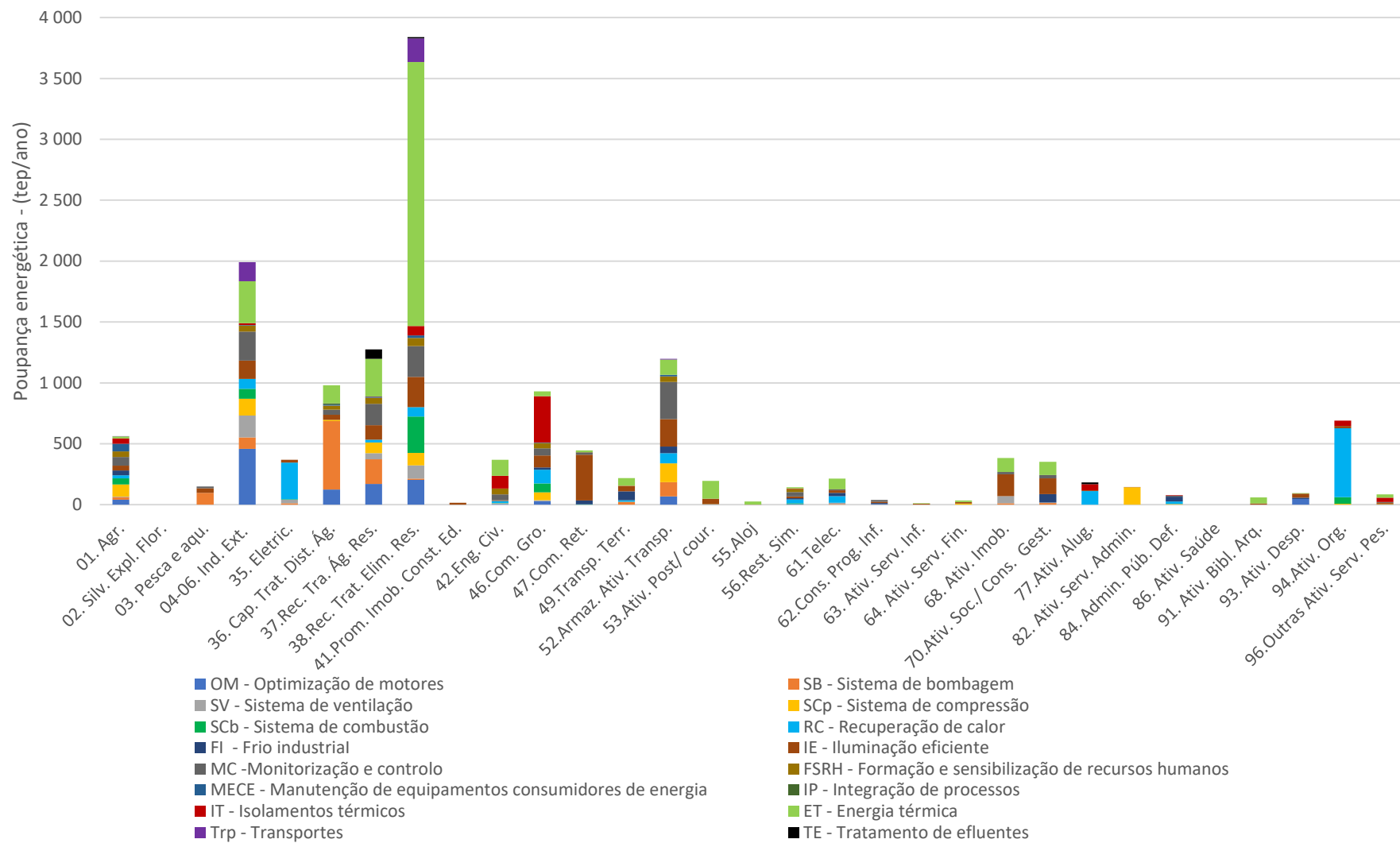


Figura 4.7 - Melhoria do desempenho energético nos restantes setores registados no SGCIE: Poupança energética anual esperada

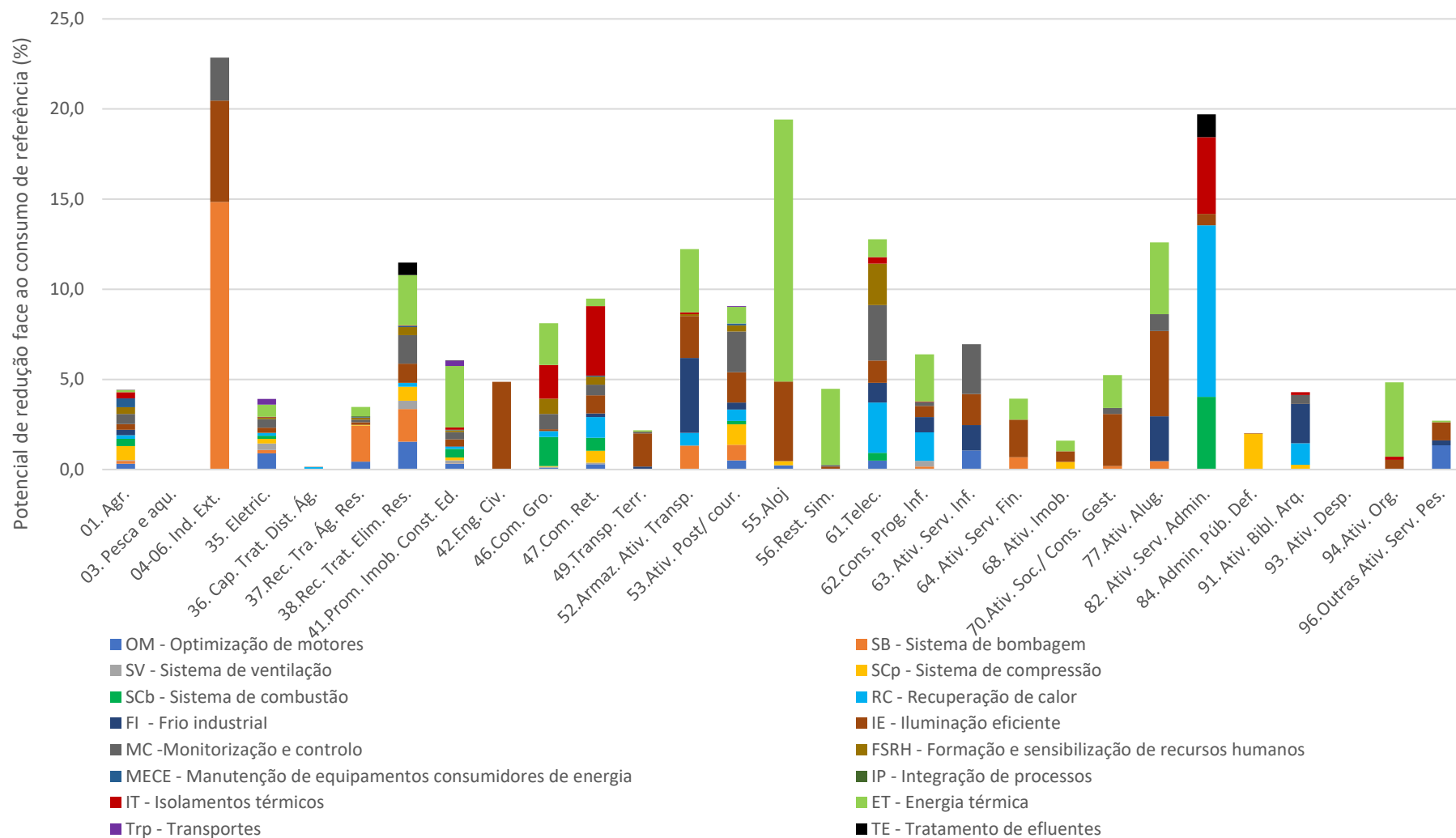


Figura 4.8 - Melhoria do desempenho energético nos restantes setores registados no SGCIE: Poupança energética anual esperada face ao consumo energético

Pela observação da figura 4.5, é possível identificar um maior potencial de redução no setor têxtil, sendo este setor responsável por 18 % das poupanças energéticas anuais no setor da indústria transformadora. A indústria alimentar e a indústria química são os setores que apresentam a seguir maiores reduções no consumo de energia, tendo uma representatividade de 17 % e 14 % nas poupanças. Quando comparado o número de medidas implementadas por setor, verificou-se que o setor da indústria alimentar, têxtil e química foram os setores que investiram mais em MRE. Por outro lado, os setores da indústria têxtil, alimentar e química são caracterizados por um elevado consumo energético, pelo que se verifica um efeito pouco expressivo das poupanças no consumo total energético de cada setor. Nesta ótica o setor da reparação e manutenção, do fabrico de produtos farmacêuticos e da indústria do tabaco apresentam uma maior redução energética, apresentando uma melhoria do desempenho energético (figura 4.6).

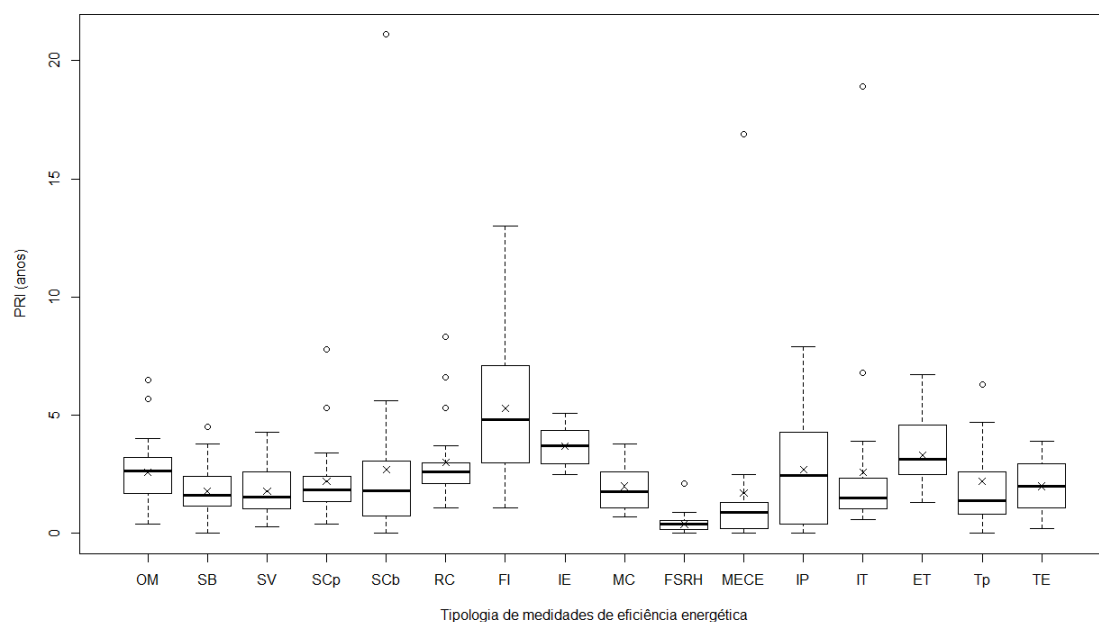
A figura 4.7, por sua vez, demonstra uma maior poupança energética anual no setor da recolha, tratamento e eliminação de resíduos, setor da indústria extrativa e no setor da recolha, tratamento e distribuição de água, representando 25 %, 13 % e 8 % das poupanças energéticas anuais, respetivamente. Tal como acontece com a indústria transformadora, os valores de consumo de energia nos últimos dois setores demonstram ser significativamente elevados, pelo que as poupanças verificadas não permitem reduzir significativamente o consumo total dos setores. Desta forma, considera-se que existe ainda um potencial considerável a ser explorado nestes dois setores, assim como no setor da indústria têxtil, alimentar e química. Apesar de apresentarem menores valores de redução energética, os setores de alojamento e de atividades de serviço administrativo revelam ser, juntamente com a indústria extrativa, os setores onde ocorrem maiores poupanças energéticas face ao seu consumo. Isto, leva a crer que as medidas identificadas nas auditorias foram implementadas na medida do possível, enquanto que os restantes setores ainda carecem de medidas a implementar. Porém esta discrepância pode ser justificada também pelo facto dos diferentes setores de atividade serem bastante heterogéneos quanto aos seus processos, o que implica que os potenciais de redução a identificar nas auditorias variem entre si. Assim sendo, é útil procurar sempre soluções de poupança energética especificamente para cada setor de forma continua.

Tal como mencionado anteriormente, os processos de atividade variam de setor para setor, constatando-se diferentes panoramas no que respeita ao impacte da tipologia de medidas na redução do consumo. Ora, pelas figuras anteriores destacam-se as medidas relacionadas com os sistemas de combustão e a iluminação eficiente, e com a energia térmica. Todavia, comparando as figuras é possível comprovar realmente a variação do efeito sobre a redução energética de cada tipologia nos diferentes setores de atividade.

4.2.2. Análise económica por tipologia de medida

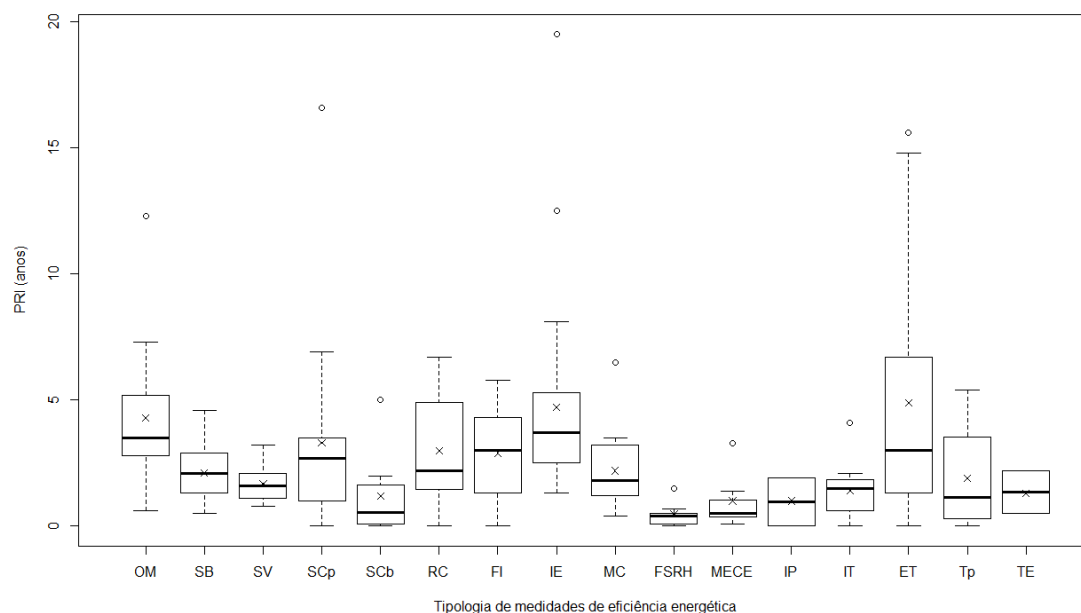
De maneira a perceber a viabilidade económica das medidas que são implementadas pelas instalações recorreu-se a vários indicadores. Nas figuras 4.9 e 4.10 encontram-se as

representações estatísticas dos PRI associados a cada tipologia de medida, para a indústria transformadora e para os restantes setores abrangidos pelo SGCIE.



Legenda: OM – otimização de motores; SB – Sistemas de bombagem; SV - sistemas de ventilação; SCp – sistema de compressão; SCb - sistemas de combustão; RC- recuperação de calor; FI – frio industrial; MC – monitorização e controlo; FSRH – formação de sensibilização de recursos humanos; IP – integração de processos; IT – isolamentos térmicos; ET- energia térmica; Tp – transportes; TE – tratamento de efluentes. x – média (aritmética); o – outlier; — - mediana

Figura 4.9 - Tratamento estatístico - PRI no setor da indústria transformadora



Legenda: OM – otimização de motores; SB – Sistemas de bombagem; SV - sistemas de ventilação; SCp – sistema de compressão; SCb - sistemas de combustão; RC- recuperação de calor; FI – frio industrial; MC – monitorização e controlo; FSRH – formação de sensibilização de recursos humanos; IP – integração de processos; IT – isolamentos térmicos; ET- energia térmica; Tp – transportes; TE – tratamento de efluentes. x – média (aritmética) o – outlier — - mediana

Figura 4.10 - Tratamento estatístico - PRI no setor dos restantes setores registados no SGCIE

A elaboração dos boxplot, permitiu verificar a heterogeneidade dos valores correspondentes aos PRI através dos elevados desvios-padrão, e a existência de alguns *outliers*. A

heterogeneidade constatada revela que as tipologias de medidas abrangem medidas diversas apresentando cada uma delas PRI variados. Os *outliers* existentes podem ser justificados pela adoção de tecnologias ou equipamentos que já se encontravam obsoletos, sendo investimentos que as indústrias teriam de efetuar de qualquer das maneiras, aproveitando para incluir nos PREn, para beneficiar das benesses do programa. Ainda pela observação do gráfico é possível constatar que em média as instalações implementaram MRE com PRI inferiores a 5 anos, confirmando os resultados obtidos no inquérito por questionário.

Ao relacionar o PRI com as poupanças energéticas por tipologia de medidas já implementadas, obtiveram-se as figuras 4.11 e 4.12.

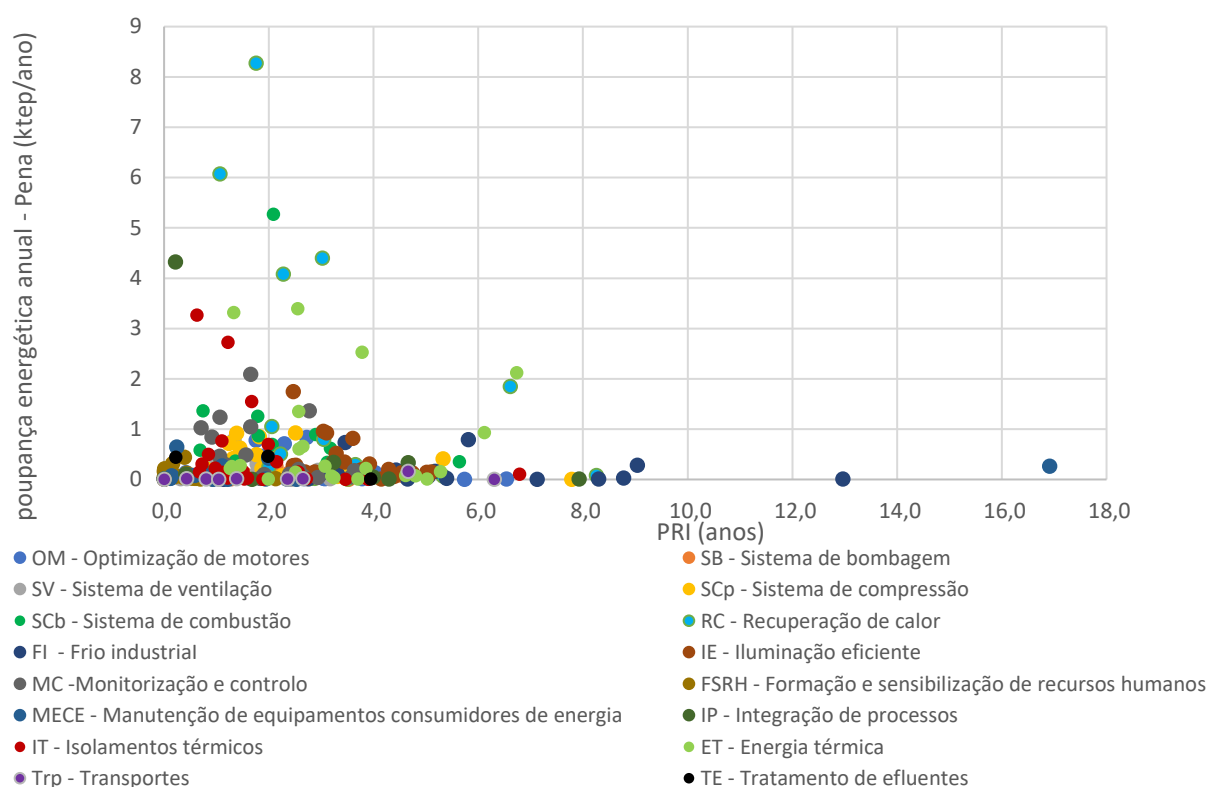


Figura 4.11 - Período de retorno de investimento versus poupanças energéticas anuais na indústria transformadora

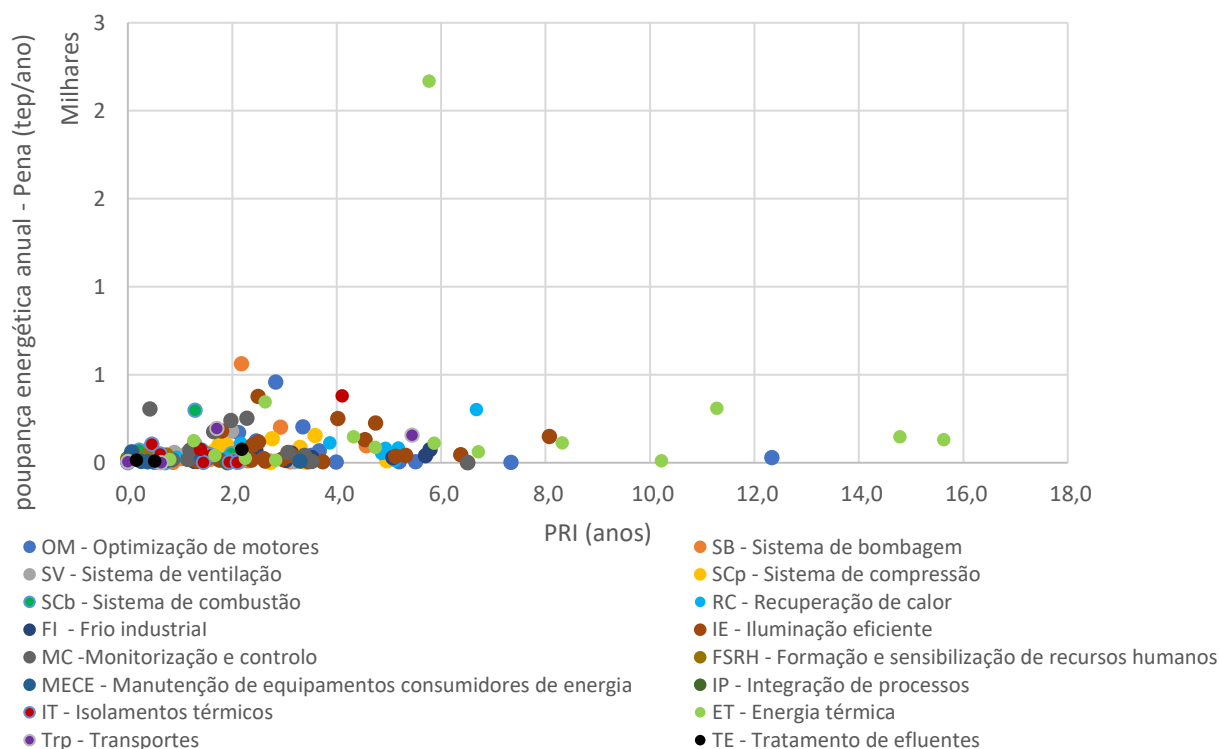


Figura 4.12 - Período de retorno de investimento versus poupanças energéticas anuais nos restantes setores abrangidos no SGCIE

Pela observação das figuras anteriores é possível verificar que as medidas com PRI mais elevados apresentam um potencial de poupança energética pouco significativo, o que mais uma vez reforça a premissa de que as instalações optaram por adotar estas medidas por necessidade ou obrigação, desvalorizando o critério relativo à melhoria do desempenho energético. Verifica-se que as instalações da indústria transformadora tiveram a necessidade de substituir equipamentos obsoletos relacionados com o frio industrial e outros equipamentos que exigiam manutenção. Por outro lado, é possível verificar que as tipologias referentes à energia térmica e à recuperação de calor promovem no geral uma maior redução no consumo energético, verificando casos em que o PRI é superior a 3 anos.

Quanto aos restantes setores abrangidos no SGCIE, a energia térmica corresponde à tipologia que apresenta um maior PRI, estando esta associada a um maior potencial de poupança energética. Esta tipologia de medidas está relacionada com a produção combinada de energia térmica e elétrica, através da cogeração e de sistemas de trigeração. Assim sendo, esta tipologia de medidas pode ser um alvo interessante a ser apoiado, porém é desconhecido as características das medidas não implementadas relacionadas com esta tipologia. Ou seja, é provável que outras tipologias de medidas tenham características que necessitem mais de apoio, nomeadamente medidas com custos de redução energética mais elevados e com poupanças energética anuais esperadas mais significativas.

De forma a analisar conjuntamente os indicadores económicos associados a cada tipologia de medidas na indústria transformadora e nos restantes setores abrangidos pelo SGCIE,

elaboraram-se as tabelas 4.2 e 4.3 para os setores da indústria transformadora e para restantes setores registados no programa, respetivamente.

Tabela 4.2 - Análise por tipologia de medidas da indústria transformadora registadas no SGCIE

Medidas transversais	Medidas adotadas	Pena	Pena por medida adotada	CI	CI por medida	Peca	Peca por medida	PRI	PVU	PEnP	CRu	FR	
	nº	ktep/ano	tep/ano	k€	k€	k€/ano	k€/ano	μ	σ	anos	€/tep	€/tep	
	d	d	c	d	c	d	c	c	p	c	c	c	
OM	339	4,8	14	9 892	29	4 886	14	2,0	1,5	7	1 015	293	3,5
SB	149	1,6	11	3 073	21	1 615	11	1,9	1,2	7	1 013	275	3,7
SV	214	2,8	13	4 769	22	2 895	14	1,6	1,1	7	1 018	240	4,2
SCp	677	7,7	11	15 301	23	8 074	12	1,9	1,6	7	1 045	283	3,7
SCb	328	13,7	42	19 392	59	7 788	24	2,5	4,1	7	570	203	2,8
RC	318	28,6	90	22 674	71	10 621	33	2,1	1,7	7	371	113	3,3
FI	124	2,6	21	13 711	111	2 680	22	5,1	3,1	7	1 023	748	1,4
IE	755	8,1	11	29 277	39	9 129	12	3,2	0,8	7	1 132	519	2,2
MC	397	10,3	26	11 529	29	7 102	18	1,6	1,0	7	692	161	4,3
FSRH	125	1,8	14	340	3	1 090	9	0,3	0,5	7	610	27	22,4
MECE	152	2,4	16	4 283	28	1 841	12	2,3	3,6	7	757	252	3,0
IP	21	5,2	250	2 082	99	2 091	100	1,0	2,5	7	399	57	7,0
IT	455	11,3	25	5 874	13	4 868	11	1,2	3,7	7	431	74	5,8
ET	384	16,7	43	35 242	92	9 694	25	3,6	1,6	7	581	302	1,9
Tp	22	0,2	10	936	43	249	11	3,8	2,1	7	1 112	598	1,9
TE	9	0,9	100	399	44	415	46	1,0	1,9	7	459	63	7,3
Soma/média	4 469	118,8	697	178 773	40	75 037	17	-	-	-	632	215	-

Indicadores: PE_{na} – poupança energética anual esperada; CI – custo de investimento inicial; PE_{ca} – poupança económica anual esperada; PRI – período de retorno de investimento; PVU – período de vida útil da medida; PE_{nP} – preço médio de energia poupada; CR_u – custo de redução de energia unitário; Fr- fator de rentabilidade;

Fontes de indicadores: d- dados fornecidos pela ADENE; c-cálculo; p – pressuposto;

Tipologia de medidas: OM – otimização de motores; SB – sistemas de bombagem; SV - sistema de ventilação; SC_p - Sistemas de compressão; SC_b – Sistemas de combustão; RC – Recuperação de calor; FI – frio industrial; IE – iluminação eficiente; MC- monitorização e controlo; FSRH – formação e sensibilização de recursos humanos; MECE- Manutenção de equipamentos consumidores de energia; IP – Integração de processos; IT – isolamento térmico; ET – energia térmica; Tp – transportes; TE – tratamento de efluentes

Uma atenta análise à tabela 4.2 permite verificar uma predominância de medidas relacionadas com a iluminação eficiente, e de medidas ao nível do sistema de compressão e de isolamento térmico, representando cerca de 17%, 15 % e 10 % das MRE adotadas. Apesar destas medidas serem mais frequentes na indústria transformadora, são as medidas relativas à recuperação de calor, à energia térmica e ao nível do sistema de combustão que promovem maiores reduções no consumo de energia. No entanto, quando comparado com as poupanças médias por medida adotada, constata-se que as medidas implementadas ao nível da integração de processos contribuem para uma maior poupança energética anual, seguindo-se as medidas de minimização do consumo a nível do tratamento de efluentes. As medidas ao nível da integração de processos mostram elevados custos de investimento, porém este grupo permite uma maior poupança

económica por medida adotada, apresentando desta forma um fator de rentabilidade médio elevado. Esta constatação permite identificar um potencial interessante tanto na melhoria do desempenho energético como económico, mas a questão que se coloca de facto é o número de medidas que são implementadas. Esta tipologia de medidas requer pessoas com conhecimentos técnicos dos processos e requer a disponibilização de tempo para o desenvolvimento e aplicação de uma estratégia para uma integração energética eficiente. Assim sendo, os resultados reforçam que de facto as barreiras à implementação desta tipologia podem corresponder a lacunas nas competências técnicas existentes nas instalações e a falta de tempo/ atribuição de outras prioridades, tal como identificado na revisão de literatura e nas respostas ao inquérito. Relativamente às medidas referentes ao sistema de combustão, verifica-se PRI variáveis e poupanças energéticas significativas, enquanto que o custo de investimento é dispendioso, comparado com as restantes medidas, com a exceção das medidas de recuperação de calor e do frio industrial.

Ao analisar os indicadores entre si, verifica-se que as medidas relacionadas com o frio industrial não são medidas atraentes a nível económico nem a nível da melhoria do desempenho energético, tal como se verificou na figura 4.11. Ou seja, 3 % das medidas adotadas correspondem a medidas de frio industrial, estando estas associadas a PRI médio mais elevado face às restantes, ocorrendo casos em que ultrapassam os 8 anos. Ainda é a tipologia de medida que apresenta um maior custo associado ao investimento médio por tipologia e apresenta um custo de energia poupada igualmente elevado.

Ainda se esperava que houvesse um maior número de instalações a adotar medidas relacionadas com a otimização de motores elétricos, visto que estes são os maiores consumidores de energia elétrica numa instalação industrial. Isto pode significar que muitas das instalações optem por não implementar devido a elevados PRI e elevados investimentos dos equipamentos de maior eficiência.

Tabela 4.3 - Análise por tipologia de medidas dos restantes setores no SGCIE

Medidas transversais	Medidas adotadas	PEna	PEna por medida	CI	CI por medida	PEca	PEca por medida	PRI		PVU	PEnP	Cru	FR
	nº	ktep/ano	tep/ano	k€	k€	k€/ano	k€/ano	μ	σ	anos	€/tep	€/tep	
	d	d	c	d	c	d	c	c		p	c	c	c
OM	85	1,2	166	3 638	43	1 148	14	3,2	2,9	7	990	448	2,2
SB	56	1,2	167	2 963	53	1 234	22	2,4	1,1	7	1 056	362	2,9
SV	41	0,5	65	762	19	511	12	1,5	0,8	7	1 117	238	4,7
SCp	64	0,8	118	4 028	63	961	15	4,2	4,1	7	1 161	695	1,7
SCb	28	0,6	81	1 810	65	1 445	52	1,3	1,7	7	2 548	456	5,6
RC	34	1,5	217	2 279	67	659	19	3,5	2,0	7	433	214	2,0
FI	25	0,4	55	1 393	56	374	15	3,7	2,0	7	980	521	1,9
IE	177	1,9	274	8 206	46	2 170	12	3,8	3,7	7	1 131	611	1,9
MC	101	1,3	192	2 015	20	1 243	12	1,6	1,5	7	924	214	4,3
FSRH	57	0,4	60	196	3	378	7	0,5	0,4	7	907	67	13,5
MECE	16	0,1	18	73	5	81	5	0,9	1,1	7	655	84	7,8
IP	2	0,0	2	2	1	1	0,4	1,9	1,3	7	71	19	3,7
IT	39	0,8	109	1 008	26	403	10	2,5	1,0	7	530	189	2,8
ET	125	4,0	565	23 862	191	4 008	32	6,0	4,7	7	1 014	862	1,2
Tp	12	0,4	51	1 427	119	414	34	3,4	2,4	7	1 159	571	2,0
TE	5	0,1	14	170	34	106	21	1,6	1,1	7	1 054	242	4,4
Soma/média	867	15,1	2 153	53 830	62	15 136	17	-	0	-	1 004	510	-

Indicadores: PEna – poupança energética anual esperada; CI – custo de investimento inicial; PEca – poupança económica anual esperada; PRI – período de retorno de investimento; PVU – período de vida útil da medida; PEnP – preço médio de energia poupada; CRu – custo de redução de energia unitário; Fr- fator de rentabilidade;

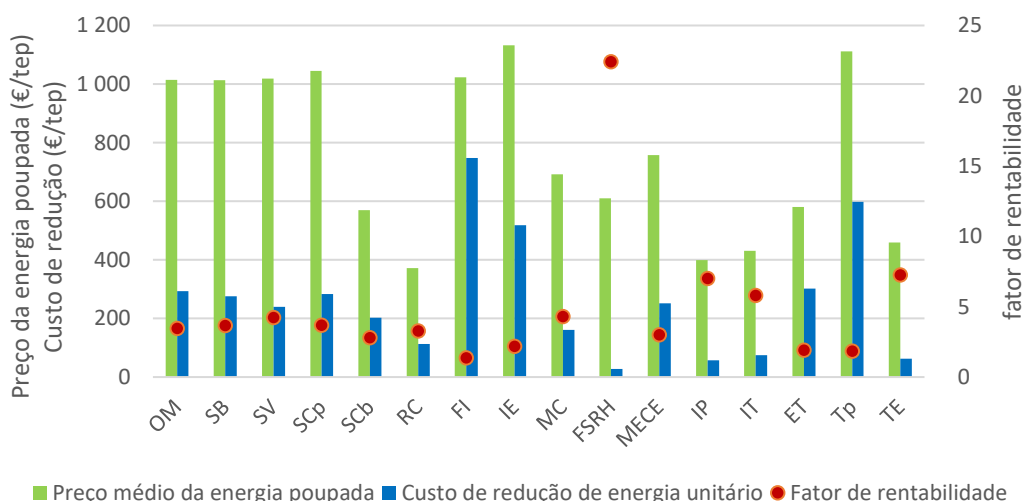
Fonte de indicadores: d- dados fornecidos pela ADENE; c-cálculo; p – pressuposto;

Tipologia de medidas: OM – otimização de motores; SB – sistemas de bombagem; SV - sistema de ventilação; SCp - Sistemas de compressão; SCb – Sistemas de combustão; RC – Recuperação de calor; FI – frio industrial; IE – Iluminação eficiente; MC- monitorização e controlo; FSRH – formação e sensibilização de recursos humanos; MECE- Manutenção de equipamentos consumidores de energia; IP – Integração de processos; IT – isolamento térmico; ET – energia térmica; Tp – transportes; TE – tratamento de efluentes

Ao analisar a tabela referente aos setores da construção, dos serviços, da agricultura, da pesca, e da indústria extrativa, é possível verificar novamente uma predominância de medias relativas à iluminação eficiente e à energia térmica, correspondendo a cerca de 20 % e a 14 % das MRE adotadas. Nestes setores as maiores poupanças devem-se à MRE relacionadas com a iluminação eficiente, com a energia térmica e com a recuperação de calor. As medidas referentes a energia térmica, voltam a demonstrar características interessantes no que diz respeito ao facto de poderem ser apoiadas financeiramente. Estas medidas apresentam mais poupanças energéticas e económicas, no entanto estão associadas a um elevado custo de investimento e a um período de retorno de investimento médio de 6,0 anos. Ainda, destaca-se as MRE referentes ao sistema de compressão, que apresentam um PRI médio de 4,2 anos. De modo geral, esta tipologia permite uma poupança energética anual significativa, assim como apresenta o maior custo de redução de energia unitário a seguir à energia térmica. Porém esta não é de aplicação universal, sendo adotada principalmente nos setores da indústria extrativa, do setor da recolha,

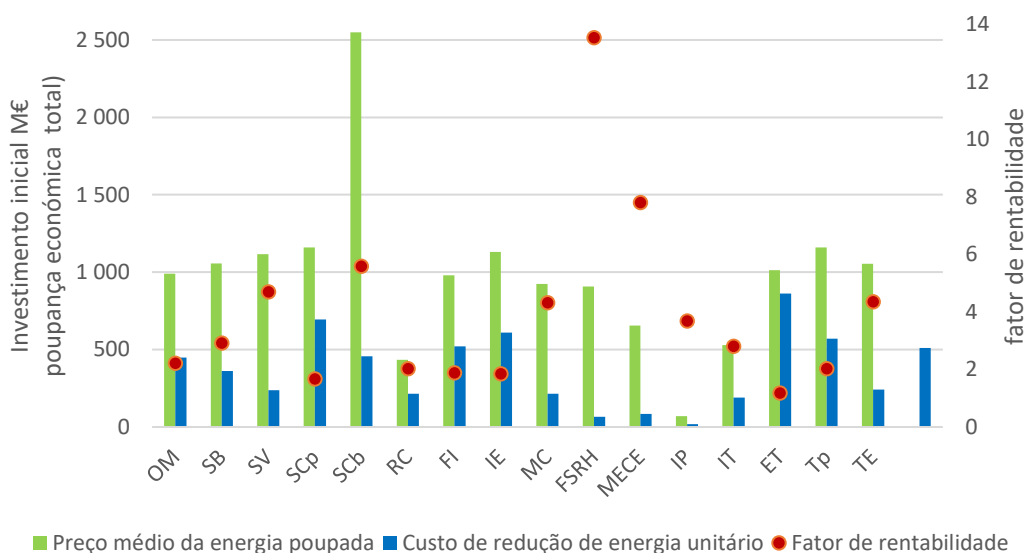
tratamento e eliminação de resíduos, do comércio grosso e do setor da recolha, drenagem e tratamento de águas residuais.

Apesar de ter sido identificado essencialmente o PRI e o investimento inicial como fatores relevantes para analisar a viabilidade económica das MRE, existe outro fator que por vezes é menosprezado. Este refere-se à poupança económica total que a medida a implementar pode originar para as empresas. O facto deste indicador ser apresentado anualmente e de ser inferior ao investimento inicial pode condicionar inicialmente as empresas. Ora, torna-se importante incluir o período de vida de útil correspondente a cada medida, para que seja identificado o verdadeiro potencial de poupança na fatura energética. Ou seja, o indicador do PRI permite que as empresas avaliem a rentabilidade a curto prazo, enquanto que o fator de rentabilidade e o custo de redução unitário permite avaliar a rentabilidade a longo prazo. Deste modo e tendo sido analisadas tipologias de medidas que incluem diferentes tecnologias e medidas com PVU variados, considerou-se um PVU de 7 anos, correspondendo a uma média do período de duração dos PREn. Foi tido em conta um PVU mínimo, de maneira a que não sejam determinadas economias excessivamente elevadas, evitando destorcer as poupanças económicas geradas pela adoção das medidas. Note-se que muitos dos equipamentos abrangidos podem ter uma duração de 15 a 20 anos. A rentabilidade a longo prazo também pode ser analisada a partir dos indicadores do preço médio da energia poupada e o custo de redução de energia unitário. Quando o preço médio da energia que não foi gasta é superior ao custo do investimento numa MRE por energia poupada, significa que a medida em questão é rentável a longo prazo. Desta forma, apresentam-se as figuras 4.13 e 4.14 que permitem relacionar a preço médio da energia poupada com o custo de redução de energia unitário, surgindo o indicador fator de rentabilidade.



Tipologia de medidas: OM – otimização de motores; SB – sistemas de bombagem; SV - sistema de ventilação; SCp - Sistemas de compressão; SCb – Sistemas de combustão; RC – Recuperação de calor; FI – frio industrial; IE – Iluminação eficiente; MC- monitorização e controlo; FSRH – formação e sensibilização de recursos humanos; MECE- Manutenção de equipamentos consumidores de energia; IP – Integração de processos; IT – isolamento térmico; ET – energia térmica; Tp – transportes; TE – tratamento de efluentes

Figura 4.13 –Preço médio da energia poupada versus custo de redução de energia unitária na indústria transformadora



Tipologias de medidas: OM – otimização de motores; SB – sistemas de bombagem; SV - sistema de ventilação; SCp - Sistemas de compressão; SCb – Sistemas de combustão; RC – Recuperação de calor; FI – frio industrial; IE – Iluminação eficiente; MC- monitorização e controlo; FSRH – formação e sensibilização de recursos humanos; MECE- Manutenção de equipamentos consumidores de energia; IP – Integração de processos; IT – isolamento térmico; ET – energia térmica; Tp – transportes; TE – tratamento de efluentes

Figura 4.14 – Preço médio da energia poupança versus custo de redução de energia unitário nos restantes setores do SGCIE

O facto do cálculo do fator de rentabilidade estar relacionado com PRI leva a que se identifique as medidas com PRI mais baixos como as MRE mais rentáveis mesmo a longo prazo. Por outro lado, verificou-se que todas as medidas que foram implementadas apresentam fatores de rentabilidade elevados. Ainda, a antecipação do final de vida de certas medidas implementadas que se definiu pode conduzir a uma desvalorização da rentabilidade a longo prazo. Ou seja, é possível que a tipologia referente o frio industrial apresente um fator de rentabilidade a longo prazo mais elevado que o apresentado.

Em suma análise a medidas implementadas permite ter uma perspetiva do potencial de poupança associado a cada tipologia e os respetivos indicadores económicos, que podem servir de base para a formulação de propostas de incentivos a MRE. Porém, torna-se importante reconhecer que a informação referente às MRE identificadas nas auditorias energéticas e não implementadas seriam mais precisas. Desta forma, ao analisar apenas as MRE adotadas, considera-se as medidas referentes à energia térmica, ao sistema de combustão e à integração de processos como as medidas com maior interesse de serem sujeitas a apoio. Apesar das medidas relacionadas com o tratamento de efluentes estarem associadas a um grande potencial de redução, não são medidas de implementação universal, uma vez que nem todas as indústrias apresentam ETAR. Assim sendo, considera-se desnecessário o apoio financeiro a esta tipologia de medidas.

4.2.3. Melhoria do desempenho ambiental

Relativamente à melhoria do desempenho ambiental, o único indicador considerado pela ADENE corresponde às emissões de GEE que são evitadas pela poupança de energia. Este

indicador é determinado pela multiplicação da energia poupada por fatores de emissão, que estão fixados no Despacho n.º 17313/2008. A partir disso obteve-se as emissões apresentadas nas figuras 4.15 e 4.16.

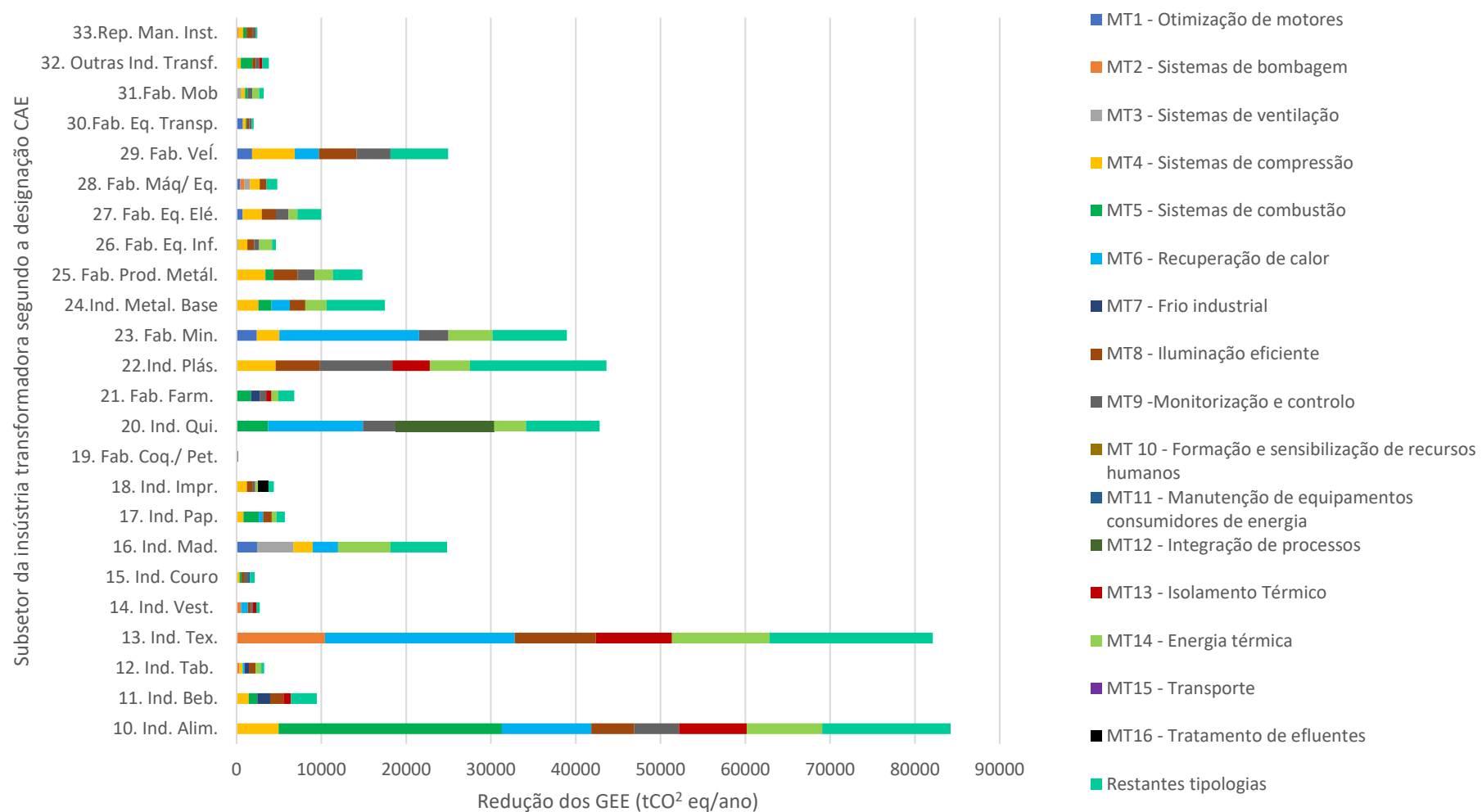


Figura 4.15 - Emissões de GEE evitadas pela indústria transformadora, segundo os fatores de emissão presentes no Despacho n.º 17313/2008

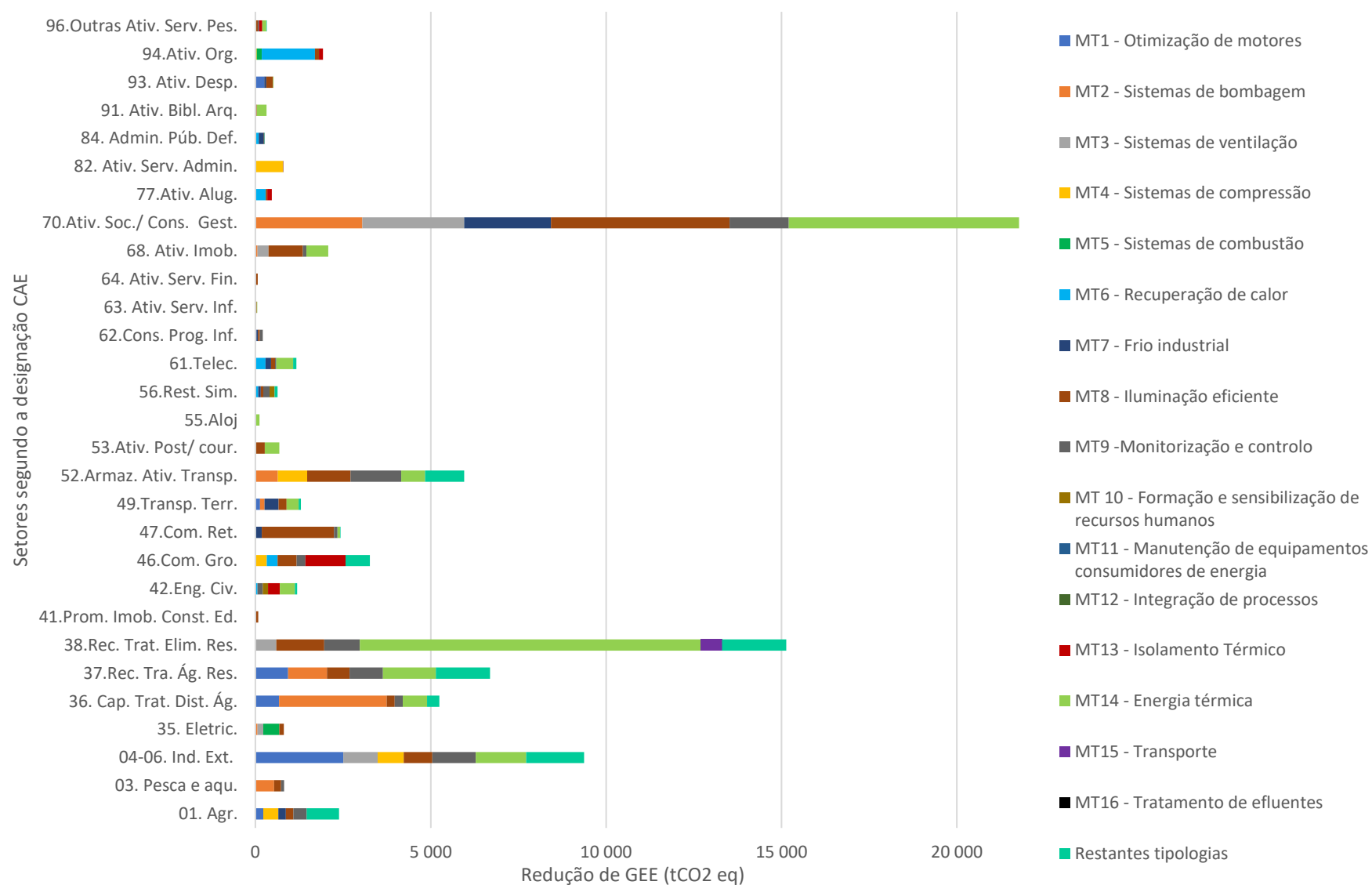


Figura 4.16 - Emissões de GEE evitadas pelos restantes setores registados no SGCIE

Pela observação das figuras anteriores, é possível destacar uma maior redução de emissões de GEE pela indústria alimentar e têxtil, sendo responsáveis por 19 % das emissões evitadas, cada uma. Quanto às medidas de racionalização de energia, verifica-se as MRE relacionadas com a recuperação de calor, com os sistemas de bombagem e com a energia térmica são as que mais contribuem para a melhoria do desempenho ambiental ao nível dos GEE, contribuindo com 16 %, 13 % e 12 % para as emissões evitadas, respetivamente. Quando comparadas as emissões de GEE com as poupanças energéticas, constatou-se que estas três medidas são as que promovem maior poupanças energéticas, porém verificou-se casos em que ocorreu uma menor redução de emissões de GEE face a medidas com menores poupanças energéticas. Ou seja, as medidas da energia térmica apresentam um maior potencial de redução do consumo energético que as medidas a nível do sistema de combustão, todavia estas últimas mostram ter um maior efeito na melhoria das emissões do que as medidas de energia térmica. Também foi possível observar estas ocorrências em setores, nomeadamente no setor da recolha, tratamento e eliminação e resíduos e no setor das atividades sociais e consultoria e gestão. Isto pode ser justificado, pelo facto das instalações implementarem medidas que reduzem o consumo energético e os custos de energia, em simultâneo, mas implicam o uso de fontes energéticas mais poluentes.

O elevado consumo de energia encontra-se associado a vários impactes ambientais para além da emissão de GEE. Assim sendo, optou-se por realizar uma estimativa dos impactes evitados pela atuação do SGCIE. Com o método Ecoblok, foi possível obter os fatores de impactes associados a cada unidade de energia produzida, de forma a determinar os impactes que a indústria transformadora tem capacidade de reduzir com a implementação de MRE. Nas figuras 4.17 e 4.18 são apresentados os gráficos correspondentes a cada indicador: Emissão de gases de efeito de estufa evitada (GHG); Captação de água evitada (WA), Emissão de poluentes evitada para a água e para o solo (PWL); Emissão de poluentes atmosféricos evitada (PA); Extração de recursos evitada (RE); e ocupação do solo evitado (LU).

Pela observação dos gráficos, é possível constatar que atualmente, a indústria química, dos plásticos e da borracha é o setor que permite atenuar mais os impactes ambientais analisados, estando esta associada a uma redução de: 133 668 t CO₂ e de GEE; 2 268 t NO_x eq de poluentes atmosféricos; 15 981 t N eq de poluentes para a água e para o solo; 742 124 dam³ de água, 86 996 t eq de recursos; e 992 ha. Após a indústria química, segue-se a indústria alimentar, bebidas e tabaco, e a indústria têxtil.

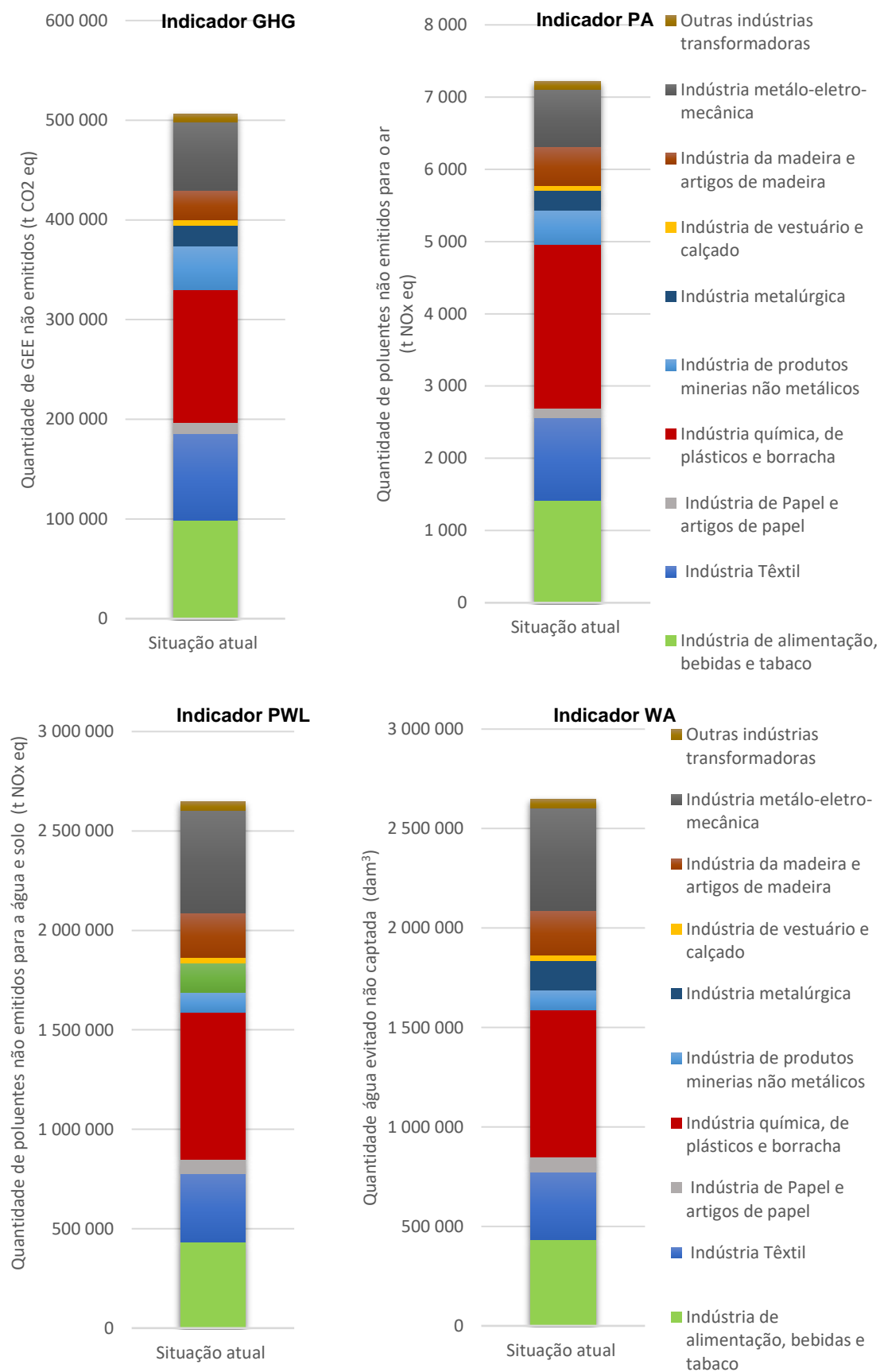


Figura 4.17 - Impactes evitados: indicadores de GHG, WA, PWL e PA

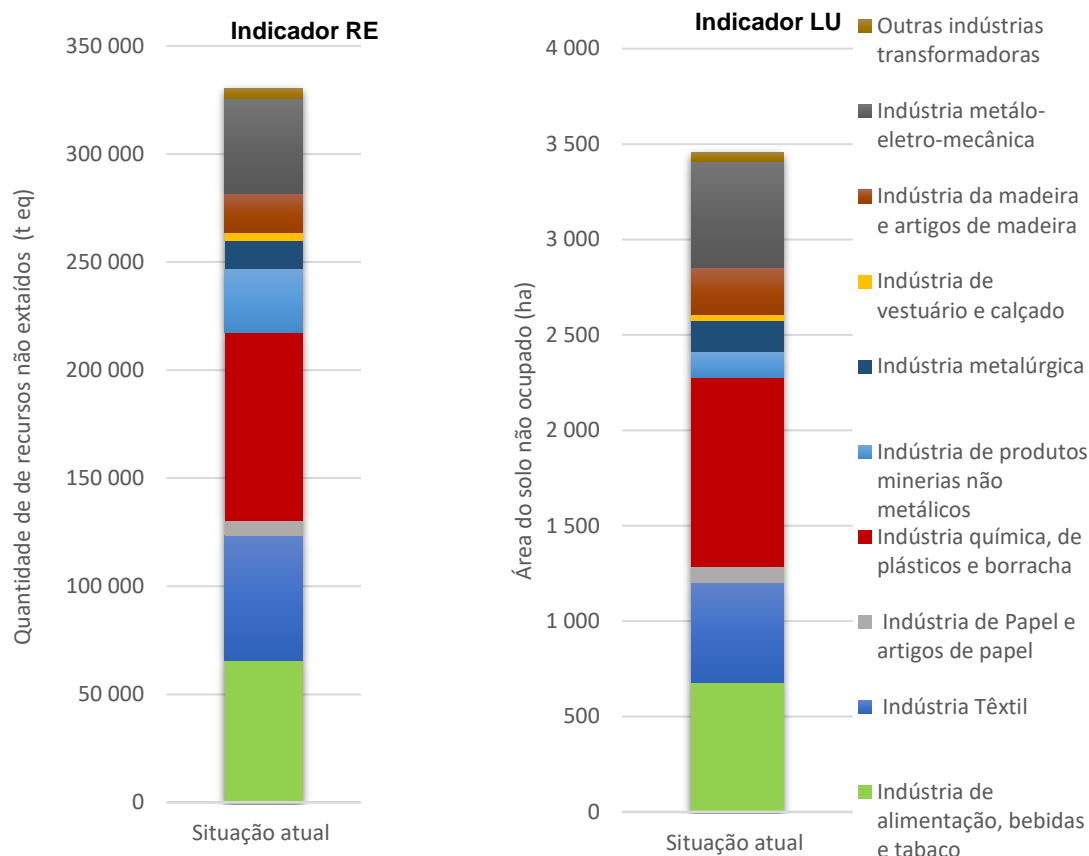


Figura 4.18 - Impactes evitados: Indicadores Indicadores RE e LU

Quando comparado o gráfico referentes às emissões de GEE obtido pelo método Ecoblok com o gráfico obtido a partir dos fatores de CO₂ definidos na legislação, verifica-se valores semelhantes como seria de esperar. Contudo, os valores obtidos do Ecoblok revelam ser mais precisos uma vez que este método considera todo o ciclo de vida relativo à energia e não apenas a combustão como se baseiam os fatores de emissão apresentados na legislação. Por outro lado, também para a estimativa do Ecoblok considerou-se que as fontes de energia associadas às MRE implementadas correspondiam às mesmas que as fontes de energia antes de adotadas as medidas.

4.2.4. Expansão da aplicabilidade do SGCIE

De maneira a projetar a poupança energética anual referente a um cenário que inclua a expansão do âmbito do SGCIE, o potencial de poupança correspondente ao total da indústria portuguesa foi considerado proporcional às poupanças existentes nas instalações SGCIE. Ao efetuar esta estimativa encontram-se erros associados, visto que se considera como constantes as MRE a adotar nas restantes indústrias. Como é possível observar na figura 4.19, a poupança energética segundo o cenário escolhido duplica relativamente ao cenário atual existente. Pensa-se que o cenário proposto é um cenário que maximiza as poupanças, na medida que inclui micro e pequenas empresas. Ou seja, estas empresas normalmente têm consumos não intensivos, tendo necessidades diferentes quanto à eficiência energética. Mais concretamente, as tipologias

de medidas nestas empresas variam das MRE implementadas em empresas com maiores consumos energéticos.

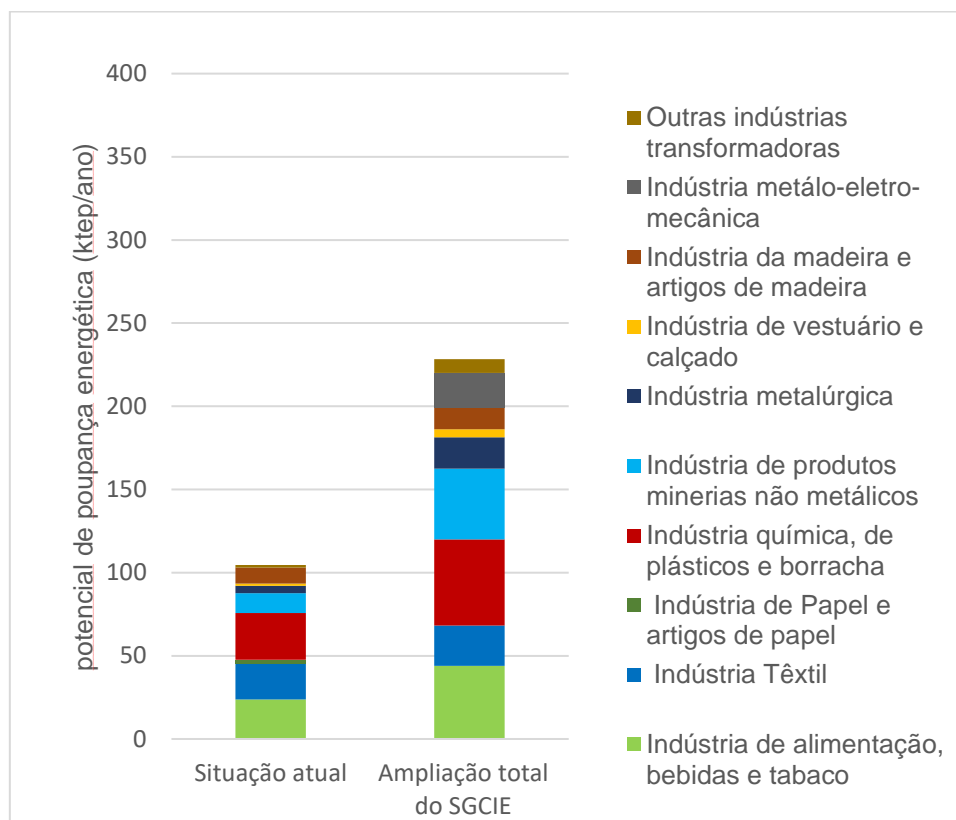


Figura 4.19 - Impacte da expansão do SGCIE sobre a poupança energética anual

A estimativa permitiu identificar o setor da indústria metalúrgica, da indústria de produtos minerais não metálicos e outras indústrias transformadoras, como os setores que apresentam um maior potencial de poupança ainda por explorar, verificando-se poupanças energéticas 4, e 5 vezes superior às que se verificam atualmente. Note-se que o setor da indústria do papel e artigos de papel não foi integrado na estimativa, uma vez que a sua representatividade no SGCIE corresponde apenas a 1 %. Assim sendo, não foi possível assumir que as características das empresas fora do programa fossem equiparáveis com as características das empresas registadas no programa. No entanto, acredita-se que ainda haja um grande potencial de poupança para ser aproveitado no setor, embora se encontre abrangido em grande parte pelo CELE.

4.3. Revisão do apoio ao financiamento

4.3.1. Fundo de Eficiência Energética (FEE)

Como mencionado no Capítulo 2, o principal instrumento que promove o apoio ao financiamento à eficiência energética nas indústrias corresponde ao Fundo de Eficiência Energética. Feita uma revisão aos avisos já concluídos, foram elaboradas as tabelas 4.4 e 4.5.

Tabela 4.4 - Atribuição de incentivos financeiros no âmbito do FEE (FEE, 2012, 2017c, 2017a, 2017b)

Aviso	Dotação disponível	Candidaturas	Número	Investimento elegível	Montante homologado/ concedido	Montante não utilizado face à dotação total disponível		Montante não utilizado face ao aprovado		Energia poupada
	€	Nº	€	€	€	€	%	€	%	tep/ano
02	1 500 000	Recebidas	85			-		-		-
		Aprovadas	49		226 080	-		-		-
		Financiadas	48		213 961	1 286 039	86	12 119	5	2 312
04	1 000 000	Recebidas	55			-		-		-
		Aprovadas	43		159 680	-		-		-
		Financiadas	25		70 100	840 320	84	89 581	56	570
08	350 000	Recebidas	92	1 680 865						
		Aprovadas	53	778 706	199 493					
		Financiadas	43	637 036	151 762	198 238	57	47 731	24	1 937
13	1 100 000	Recebidas	19	863 143		-		-		-
		Aprovadas	14	824 105	208 971	-		-		-
		Financiadas	11	505 833	122 101	1 013 130	92	86 870	42	515
19	891 029	Recebidas	148							
	687 518	Aprovadas	97	5 674 703	1 578 545					5 594
		Financiadas								

Uma primeira análise à tabela 4.4 permite comprovar que as barreiras existentes à adoção de eficiência energética não são de natureza financeiras, pelo facto de se verificar no total dos avisos um valor do montante cedido significativamente inferior ao montante inicialmente disponível. As barreiras identificadas dizem respeito aos processos burocráticos, tal como foi referido nas respostas do inquérito e na entrevista. Estes processos caracterizam-se por serem bastante complexos, na medida em que envolvem 10 etapas, que requerem a entrega de diversos documentos. Para além disso, estes processos estão associados a um longo período de espera até ao pagamento. Ou seja, a apresentação de declarações e de comprovativos, o preenchimento de formulários, e a formalização dos pedidos de pagamentos são indispensáveis para que os projetos sejam considerados elegíveis e para que o pagamento seja finalizado. Ora, este nível de complexidade não é compatível para as empresas, principalmente para as PME, que pouco tempo têm disponível para se ocupar com a documentação a submeter.

A maioria das candidaturas excluídas deveram-se principalmente a questões relacionadas com a entrega dos documentos. Verificou-se, ainda, casos em que as empresas desistiram da obtenção dos incentivos, após terem sido aprovados. Registam-se problemas relacionados com a submissão do pedido de pagamento e com o estabelecimento dos contratos, levando a que o montante concedido seja inferior 5 %, 56 %, 24 % e 42 % face ao montante previsto a ser cedido nos avisos 02, 04, 08 e 13, respetivamente. Não foi possível obter a informação quanto às candidaturas que tiveram direito a financiamento, uma vez que apesar do aviso estar fechado este ainda se encontra na etapa 8, correspondente à implementação dos projetos.

Tal como se previa, os incentivos financeiros são em regra direccionadas para as grandes empresas, mais precisamente para as instalações com consumos superiores a 500 tep/ano.

Tabela 4.5 - Informação adicional às condições de apoio a financiamento

Aviso	Ano	Tipologia de projetos a financiar	Beneficiários	Limites de financiamento €	Dotação disponível €	Desistências nº	
02	2012	Cat.1 - 50 % do custo de auditorias energéticas obrigatórias	Instalações no SGCIE	750	1 500 000	1	
		Cat.2 - 25% dos investimentos em equipamentos e sistemas de gestão e monitorização de consumos de energia		10 000			
04	2012	Cat. 1 - Auditorias energéticas para instalações com consumo superiores a 1000 tep/ano	Instalações no SGCIE	750	1 000 000	18	
		Cat. 2 - Equipamentos e sistemas de gestão e monitorização		10 000			
08	2014	Cat.1 - 50 % dos custos em isolamentos térmicos	Instalações fora do SGCIE	2 000	250 000	10	
			Instalações no SGCIE	2500			
		Cat.2 - 50 % do custo de auditorias energéticas obrigatórias	Instalações no SGCIE	750	100 000		
		Cat.3 - 25% dos investimentos em equipamentos e sistemas de gestão e monitorização de consumos de energia	Instalações no SGCIE	10 000			
13	2015	Cat.1 - Tecnologias relativas a motores elétricos, produção de calor e frio e de eficiência do processo industrial	Instalações no SGCIE	65 000	560 000	5	
			Instalações do SGCIE e fora do SGCIE	60 000			
		Cat. 2 - 25% dos investimentos em equipamentos e sistemas de gestão e monitorização de consumos de energia	Instalações no SGCIE	10 000	175 000		
			Instalações do SGCIE e fora do SGCIE	7 500			
		Cat.3 - 50 % do custo de auditorias energéticas obrigatórias	Instalações do SGCIE	1 000	35 000		
19	2015	Projetos em eficiência energética, especialmente as medidas previstas no PNAEE (medidas transversais e medidas setoriais)	Instalações no SGCIE	80 000	623 720	-	
			Instalações fora do SGCIE	7 500*	267 309		

Como a tabela 4.5 demonstra, os primeiros avisos abrangem apenas as instalações registadas no SGCIE. Os dois primeiros avisos destinaram-se essencialmente ao apoio de medidas relacionadas com a monitorização, nomeadamente a aquisição de software para sistemas e gestão de energia e contadores de energia, o apoio parcial dos custos das auditorias energéticas. Os investimentos em equipamentos e sistemas de monitorização de consumo de energia podem variar entre os 2 000 e 80 000 € por instalação, fazendo de facto sentido serem alvo de incentivos,

dado o seu impacto na poupança energética, tal como foi possível anteriormente. As auditorias energéticas, por sua vez, apresentam custos entre os 2 000 e os 8 000 €, tendo-se verificado um menor número de candidaturas comparativamente à adoção de Sistemas de Gestão de Energia. Verificou-se ainda que estes incentivos se destinam apenas às instalações registadas no SGCIE, que em grande parte, correspondem às empresas que apresentam mais capital. O reduzido interesse nas candidaturas a apoios financeiros a auditorias energéticas pode estar relacionado com o facto de estes estarem limitados a 750 €. Ou seja, as empresas podem considerar o incentivo pouco estimulante, considerando-o não compensatório face ao esforço necessário para concorrer aos avisos.

Em 2014 (aviso 08), surgiu uma nova tipologia de medida apoiada, nomeadamente medidas referentes a isolamento térmico, registando-se um aumento das candidaturas recebidas face ao anterior aviso. Neste ano, ocorreu também a expansão do apoio a auditorias energéticas a instalações com consumos inferiores a 500 tep/ano, passando a incluir as PME. No ano seguinte, o incentivo foi direcionado a outras medidas, mais precisamente a tecnologias relacionadas com motores elétricos, com a produção de calor e frio, e a medidas de eficiência do processo industrial. Apesar disto verificou-se o reduzido interesse da indústria na obtenção deste incentivo, estando este associado a uma maior dotação comparativamente ao aviso anterior. Esta ocorrência não era esperada, visto que nesse ano registaram 83 novos PREn aprovados, o que exigiu a implementação obrigatória de determinadas medidas, e este aviso passou a abranger instalações com consumos inferiores a 500 tep/ano. Tal como mencionado anteriormente, este resultado pode ser justificado pela complexidade dos processos de candidatura.

Após os resultados verificados no anterior aviso, optou-se pelo cancelamento de uma segunda extração, a qual o mesmo aviso previa, e optou-se por efetuar alterações no âmbito das tipologias de projetos a financiar. Neste sentido, o aviso 19 deixou de contemplar medidas específicas e considerou alargar a todo o tipo de projetos que promova eficiência energética, que se comprove que seja vantajoso. Não tendo ainda sido disponibilizado o apoio fornecido torna-se impossível de analisar os impactos das alterações realizadas pela Comissão de Execução. No entanto, o facto do aviso ter sido iniciado em 2015 e ainda não estar concluído comprava que a complexidade inerente a estes incentivos financeiros não teve grandes melhorias. Ainda se acredita que o facto do aviso não especificar as medidas a ser financiadas dificulta o processo de avaliação das candidaturas.

Relativamente aos critérios de avaliação, a Comissão de Execução do PNAEE é responsável por analisar e avaliar as candidaturas recorrendo ao método de Avaliação de Mérito do projeto. O cálculo em que se baseia este método sofreu alteração no aviso 19. Inicialmente a Avaliação de Mérito baseava-se numa função composto por dois critérios de seleção, a Qualidade da operação e Contributo para os objetivos do PNAEE, estando associado a um peso de 50% cada critério. O aviso veio a introduzir uma nova função com três critérios: Qualidade, Coerência e Razoabilidade do Projeto; Qualidade Técnica, Económica e Financeira; e Impacto da medida na empresa. O 1º critério tem o peso equivalente a 30 %, enquanto que o segundo e terceiro critério

apresenta um peso de 60 % e 10 %, respetivamente. A definição de um novo método de avaliação passa a incluir análise de consumos específicos de energia, enquanto que os restantes avisos consideravam os custos da poupança de energia e os custos do CO₂ evitado. Porém, é facultado um maior peso ao critério referente à qualidade de informação, que não é o mais correto, visto que critérios relativos a indicadores físicos e económicos são os mais indicados para a seleção. Sob outra perspetiva, o facto de não haver medidas concretas estipuladas no aviso, torna necessário que este critério seja considerado relevante, de forma a facilitar a exclusão de medidas que não se adequem. Outra questão importante de mencionar, diz respeito ao PRI que é considerado nos critérios de avaliação. Para o mesmo aviso, é definido um limite até 8 anos, ou seja, todas as medidas que apresentem PRI superiores a 8 anos são imediatamente excluídos, e pelo que se constou 14 casos. Assim, este critério deveria incluir um limite mínimo. O mesmo acontece com os restantes avisos, é se atribuído uma menor pontuação a PRI mais elevados e uma maior cotação a PRI mais reduzido. Ora, a ordem com que definem o critério relativo ao PRI, parece estar invertida, as medidas com PRI mais elevados devem ser alvo de incentivos e não o oposto. Verificou-se o mesmo com outros indicadores, nomeadamente o custo de energia economizada e o custo do CO₂ poupado. Apesar de tudo os critérios de avaliação são explícitos para as empresas.

4.3.2. Quadros comunitários – QREN e Portugal2020

Apesar do FEE corresponder ao principal instrumento de apoio financeiro a projetos de eficiência energética, os quadros comunitários também permitem incentivar a promoção da eficiência energética em diversos setores. Assim, a análise de projetos aprovados na área da eficiência energética na indústria, no âmbito do QREN e do Portugal2020 encontra-se na tabela 4.6. A revisão destes apoios permitiu constatar uma dispersão na informação relativa aos projetos. Os dados fornecidos pela Agência de Desenvolvimento e Coesão mostrou ser insuficiente, uma vez que não apresentavam os projetos direcionados à indústria transformadora. Posto isto, foi necessário efetuar uma análise individual de cada projeto no programa Compete dos respetivos quadros comunitários.

Tabela 4.6 - Revisão dos fundos de apoio a projetos de eficiência energética no âmbito do QREN e Portugal 2020

Quadros comunitários de apoio	Categoria	Número de projetos					Taxa de apoio			Taxa de cofinanciamento	
		nº	DE	DPr	DPu	CC	CPN	%		%	
QREN (2007-2013)	EE indústria transformadora	79	46,4	24,0	22,4	22,4	0,0	48		48	
	Energia total	797,0	205,7	51,6	154,1	128,6	25,6	75		63	
	EE ind. transf. /Energia	9,9 %	22,5 %	46,5 %	14,5 %	17,4 %	0,0 %	-		-	
Portugal2020 (2014-2020)	EE na administração pública	114	152,5	0,0	152,5	144,7	7,7	100		95	
	EE nas habitações	29	106	41	65	60	6	61		56	
	EE nos transportes públicos	28	66,2	2,4	63,8	53,1	10,8	96		80	
	EE nos serviços	10	14,1	5,7	8,3	8,3	0,0	59		59	
	EE na indústria transformadora	20	30,1	10,6	19,6	19,6	0,0	65		65	
	EE total	201	369,3	59,7	309,6	285,5	24,0	84		77	
	Energia (Total)	645,0	743,7	102,2	641,5	561,7	79,8	86		76	
	EE ind. transf. / EE total	10,0 %	8,2 %	17,7 %	6,3 %	6,8 %	0,0 %	-		-	
	EE ind. transf. /Energia	3,1 %	4,1 %	10,4 %	3,0 %	3,5 %	0,0 %	-		-	

Onde: DE – despesa elegível; DPr – despesa privada = DE-DP ; DPu- despesa pública = CC+ CPN ; CC – Comparticipação comunitária; CPN – Contrapartida pública nacional; Taxa de apoio = DPu/DE; Taxa de cofinanciamento= CC/DE; EE – projetos de eficiência energética

Nota: Os dados referentes ao Portugal 2020 correspondem a projetos aprovados até 31 de agosto.

A revisão do apoio ao financiamento a partir dos quadros comunitários de apoio permitiu verificar que o apoio financeiro a projetos de eficiência energética na indústria transformadora é pouco representativo face a projetos realizados na área da energia. Pela tabela é possível observar que 9,9 % e 3,1 % dos projetos na área da energia correspondem a projetos de eficiência energética na indústria transformadora no âmbito do QREN e Portugal 2020, respetivamente. No entanto, quando se compara com os resultados da análise realizada por Brazão (2012) relativamente ao QCAIII e ao QREN, verifica-se um aumento do montante correspondente ao financiamento comunitário para projetos em eficiência energética na indústria transformadora. Segundo Brazão, o QCA II foi o quadro comunitário que possibilitou um maior investimento em eficiência energética no setor em estudo, verificando posteriormente uma redução do montante disponível no QCA III e QREN. O aumento verificado na tabela anterior pode estar relacionado com o facto de se ter analisado informação mais atualizada no caso do QREN, e de alguns apoios se destinarem a projetos que incluam também medidas direcionadas para outros fins que não seja a eficiência energética, no caso do Portugal2020.

Relativamente ao Portugal 2020, atualmente em vigor, constata-se um decréscimo de projetos financiados face ao QREN. Ainda quando comparado com projetos de eficiência energética noutras áreas específicas, o número de projetos aprovados na indústria transformadora é inferior, assim como a compartição comunitária dispensada. Estes resultados permitem verificar que há uma clara prioridade no apoio de projetos na Administração Pública, o que já seria de esperar pelo facto de existirem compromissos nacionais específicos para a redução do consumo energético na Administração Pública. Verificou-se a existência de um aviso específico para

projetos nesta área. O setor da indústria transformadora, no Portugal2020 deixa de ter tanta relevância face ao QREN, o qual conteve avisos destinados para empresas, mais especificamente para a indústria, apoiando a realização de auditorias energéticas, de planos de racionalização de consumo de energia e URE. No Portugal2020 são poucos os projetos específicos de eficiência energética financiados, havendo maioritariamente projetos que incluem operações que vão para além da eficiência energética. Isto permite explicar o reduzido decréscimo da comparticipação comunitária dispensada pelo Portugal2020 face ao QREN. Enquanto o QREN permitiu o apoio a auditorias energéticas e a planos de racionalização de energia, o Portugal2020 direccionou os fundos apenas para projetos de formação e de transmissão de conhecimentos, e a projetos relacionados com a inovação de processos produtivos.

Em suma, embora o Programa PO SEUR (2014), defina dois eixos de investimentos relacionados com o incentivo da eficiência energética: Eixo I – apoiar a transição para uma economia com baixas emissões de carbono em todos os setores; Eixo III – proteger o ambiente e promover a eficiência energética de recursos, o programa promove o apoio apenas na área da administração pública, transportes e mobilidade, e na área da residência. O apoio na administração pública abrange incentivos a nível da otimização da iluminação pública, da gestão energética dos edifícios públicos e do uso de energia solar para o aquecimento de águas quentes (AQS), enquanto que na área dos transportes financia-se veículos elétricos e o desenvolvimento de sistemas mais eficientes energeticamente, e na área da residência o apoio é realizado através do incentivo ao conforto térmico das habitações. Relativamente às empresas da indústria transformadora e de serviços, os apoios provêm essencialmente do Compete2020.

Quanto à distribuição de custos, verifica-se que os projetos financiados para a indústria no âmbito do QREN e Portugal não apresentam contrapartida pública nacional (CPN), sendo o incentivo totalmente proveniente dos fundos comunitários (FEDER – Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional e FSE – Fundo Social Europeu). Embora o Portugal2020 abranja menos projetos aprovados que o QREN, este apresenta uma maior atribuição de custos à comparticipação comunitária, representando cerca de 65% do total do investimento elegível. O QREN caracterizou-se por uma maior representatividade da despesa privada, ou seja, cerca de 52 % do custo elegível total corresponde ao investimento por parte das empresas, sendo que apenas 48 % do investimento elegível corresponde ao incentivo.

4.4. Orientações para propostas de melhoria à eficiência energética

Tributação da energia

Como mencionado anteriormente, as instalações registadas no SGCIE, que cumpram os PREn beneficiam de uma isenção fiscal, mais concretamente, do ISP. Ora, na prática este incentivo tem um carácter perverso, encontrando-se associado ao efeito ricochete, fenómeno este explicado no capítulo 2. O facto das instalações não estarem sujeitas a pagar um imposto sobre a energia consumida pode ter implícito a anulação dos ganhos energéticos obtidos pela

implementação de medidas, podendo na pior das hipóteses proporcionar um aumento do consumo. Para além do efeito ricochete, a isenção do ISP incentiva o consumo de produtos petrolíferos, o que prejudica os compromissos relativamente à descarbonização da económica nacional. Adicionalmente, este incentivo contribuí para desequilíbrios sociais, na medida em que são as empresas com menos capital, que não se encontram registadas no programa que ficam sujeitas ao pagamento do ISP.

Segundo a ADENE, em média, as empresas ficam isentas de pagar cerca de 7 000€ por ano, o que significa que no total o montante perdido no setor da indústria transformadora corresponde aproximadamente a 8 323 000 €. Para além destas instalações, as instalações abrangidas pelo regime CELE também estão isentas do pagamento do ISP. Acredita-se que a eliminação deste incentivo seja crucial para que o potencial de redução seja totalmente aproveitado. Porém, este benefício fiscal é visto como fundamental do posto vista empresarial, no que diz respeito à competitividade internacional. A tabela 4.7 apresenta alguns exemplos de incentivos perversos em vigor.

Tabela 4.7 - Valores das taxas de carbono no ano de 2015 (Adaptado: PMR, 2017b)

Países	Taxa de carbono €/ tCO ₂ e	Redistribuição das receitas	Formas de minimizar impactes na competitividade
Suécia	117	Dedução do imposto sobre o rendimento das pessoas singulares e do imposto sobre o rendimento das pessoas coletivas	Redução da taxa de carbono e da taxa NO _x
Suíça	77	Redução do seguro de saúde e contribuições para a segurança social; Subsídios a tecnologias	Redução da taxa de carbono
Dinamarca	27	Dedução de Impostos rendimento de pessoas singular e contribuições para segurança social	Reembolso das taxas de carbono
França	21	Dedução do imposto sobre o rendimento das pessoas singulares e do imposto sobre o rendimento das pessoas coletivas	Reduções da taxa de carbono, e de outras taxas
Portugal	5	Dedução do imposto sobre o rendimento das pessoas singulares	Isonção
Japão	3	Subsídios a tecnologias limpas	Isonção

A disparidade dos preços da energia existentes nos diferentes países representa um dos principais fatores relevantes na competitividade. Assim sendo, para esta medida ter o efeito pretendido, sem provocar distorções significativas face a outros países, seria crucial a sua adoção a nível da União Europeia. Ora, politicamente esta proposta será difícil de ser executada em todos os Estados-Membros sem que haja algum instrumento de regulamentação. É necessário, então uma revisão à Diretiva 2003/96/CE, que reestrutura o quadro comunitário de tributação dos produtos energéticos e da eletricidade, mais concretamente uma alteração ao disposto no nº 29.

Desta forma-se é proposto a introdução do imposto, com as devidas alterações, aplicando uma taxa de carbono no setor industrial. De modo a minimizar as eventuais distorções, a implementação da medida implicaria um período de adaptação, podendo a indústria usufrui

inicialmente de uma redução fiscal. A ideia consiste na definição de um desconto no valor do imposto com uma gradual redução ao longo do tempo, até que ocorra a eliminação total do incentivo perverso. Adicionalmente, defende-se uma reformulação da taxa de carbono existente, que atualmente ainda é baixa face a outros países, como se observa na 4.7, e o seu efeito é pouco eficaz para o objetivo de descarbonizar a economia. Atualmente a taxa que se encontra em vigor é (6,85 €/tCO₂), tendo-se verificado um aumento muito reduzido ao estabelecido inicialmente. O estudo de Marvão Pereira e Júlia Seixas, permitiu concluir que ao atual ritmo, nunca se atingirá o objetivo do Acordo de Paris relativo à neutralidade carbónica em 2050 (Seixas et al., 2017).

A reformulação da taxa de carbono poderá assentar numa abordagem *matching social carbon cost* (SCC), isto é, a partir de uma estimativa monetária dos danos relativamente às alterações climáticas numa sociedade face a uma unidade adicional de emissões de CO₂. É ainda, importante que o imposto sobre carbono incorpore fatores que permitam ajustar a taxa uma vez que alguns desenvolvimentos são difíceis de prever, nomeadamente uma recessão económica, avanços tecnológicos entre outros. Atualmente a abordagem indexada ao preço do carbono no CELE pretende incorporar um ajuste anual da evolução do preço do carbono no CELE. Porém, também se pode optar pela abordagem utilizada na Suíça, isto é, indexar o aumento gradual da taxa de carbono ao cumprimento de metas de redução de GEE. Ou seja, o aumento da taxa estaria dependente da taxa de execução face à meta referente à redução de GEE (PMR, 2017a).

A reforma da Fiscalidade Verde pretendeu inicialmente reciclar a receita, através do desagravamento do IRS, porém na prática as suas receitas são direcionadas para um fundo geral. Ao verificar que a aplicação da taxa não é de todo adequada, propõe-se a criação de um mecanismo que gira as receitas provenientes da taxa de carbono, devolvendo na forma de benefícios fiscais quando se verificarem investimentos em eficiência energética. Estes benefícios fiscais consistiriam em deduções em sede de IRC, seguindo o exemplo da França e da Suécia.

Apoio ao financiamento

Como forma de minimizar os potenciais riscos da competitividade associado ao pagamento do ISP, sugere-se o recurso a ações de suporte à redução do consumo energético, mais precisamente a criação de apoios financeiros a medidas de racionalização de energia. As ações de suporte ao contrário dos incentivos perversos mencionados anteriormente (isenções e reduções), permitem a redução do encargo financeiro associado ao ISP e à taxa de carbono, mantendo o sinal de mercado para a redução do consumo energético e das emissões. Estes apoios podem ser divididos em 2 tipos: benefícios fiscais e subsídios.

De modo a apoiar financeiramente as empresas que desejam investir em MRE, é necessário que os incentivos provenientes do FEE continuem a ser promovidos e que sejam criados avisos específicos para as empresas do setor da indústria no âmbito do Portugal2020 e nos próximos quadros comunitários. Para que os incentivos sejam atribuídos eficazmente é necessário que as barreiras relacionadas com as burocracias sejam totalmente extintas, tornando-se necessário a

reformulação dos processos de pré e pós candidatura, mais precisamente no âmbito do fundo de eficiência energética. Defende-se a necessidade da redução do tempo de espera até ao final do pedido de pagamento, assim como simplificação dos requisitos necessários para as candidaturas. Assim, sugere-se que a atribuição de subsídios incida sobre a adoção de MRE que apresentem PRI superiores a 3 anos em PME e superiores a 5 anos em grandes empresas, e que em simultâneo promovam poupanças energéticas elevadas. Por exemplo, subsidiar medidas relacionadas com a energia térmica, que pela análise das medidas já adotadas se verificou elevadas poupanças energéticas, e um PRI médio elevado, e outras medidas que sejam identificadas em auditorias e que mostrem necessitar apoio. Em suma, para distribuição destes incentivos seria necessário incluir como critério de aprovação das candidaturas um limite mínimo para os PRI das medidas identificadas, uma vez que atualmente existe o oposto, isto é, só se considera como elegível os projetos que tenham um PRI inferior ao estipulado.

A desburocratização dos procedimentos de acesso a apoio financeiro pode ser colmatada também através da atribuição de *vouchers* para a implementação tecnologias com maior rendimento a PME.

Outra forma de contribuir financeiramente para a implementação de medidas de eficiência energética passa por apoiar especificamente medidas, independentemente dos resultados obtidos nas auditorias energéticas, através de deduções em sede de IRC. A disponibilização de incentivos específicos para a tipologia de motores elétrico revela ser pertinente, uma vez que é responsável por elevadas poupanças no consumo de energia elétrica. O incentivo deve incidir sob a aquisição de motores de alto rendimento de acordo com a norma internacional CEI/EN 60034-30:2008. Em simultâneo, a aplicação de um sinal ao mercado, através do aumento dos preços dos equipamentos com rendimentos inferiores seria igualmente útil. Ainda se considera relevante a atribuição do benefício fiscal anteriormente defendido a empresas que invistam também na aquisição de variadores eletrónicos de velocidade (VEV) e de sistemas de controlo da iluminação. A aquisição de VEV deve ser apoiada visto que estes permitem a redução energética a diferentes níveis, promovendo melhorias a nível do sistema de bombagem, na otimização de motores, nos sistemas de ventilação e nos sistemas de compressão. Relativamente à iluminação eficiente verificou-se que é a tipologia de implementação mais universal, sendo a iluminação o principal consumidor de energia em PME. Apesar desta tipologia apresentar por vezes PRI elevados, considera-se que não haja necessidade de apoiar medidas referentes à substituição de lâmpadas visto que nos últimos anos houve uma transição do uso de lâmpadas convencionais (florescentes e de halogénio) para LED. O mercado foi se adaptando, surgindo cada vez mais LED mais eficientes e menos dispendiosos (Santiago, 2017). Porém, esta tipologia também inclui a adoção de sistemas de controlo de iluminação que apresentam custos de investimento mais elevados. Assim, estas medidas demonstram também justificar apoio financeiro, através de deduções em sede de IRC.

Acredita-se ainda, que seja importante continuar a apoiar a adoção de sistemas de gestão de consumo de energia. Por outro lado, o apoio a auditorias energéticas deve ser focado nas PME

que apresentam menos recursos financeiros, e em casos em que nunca tenham sido realizadas em grandes empresas. O facto de se ter registado um maior número de candidaturas a apoios financeiros para a implementação de sistemas de gestão de energia do que para a realização de auditorias energéticas, leva a que seja atribuída uma maior prioridade às primeiras medidas. Pretende-se também com isto promover uma maior adesão à monitorização do consumo de energia de forma continua. O incentivo destas medidas também poderia consistir numa dedução em sede de IRC, por forma a simplificar ao máximo o acesso ao apoio, evitando eventuais problemas com burocracias. Adicionalmente, o apoio financeiro a formações de auditorias internas nas PME, poderia ser conveniente, na medida em que envolve menos custos tanto a nível de financiamento como de despesas privadas, face ao apoio a auditorias.

Redes de eficiência energética

Relativamente à promoção de eficiência energética nas pequenas e médias empresas, defende-se a criação de um conceito semelhante às redes de eficiência energética existentes na Alemanha e na Suécia. Nestas empresas a ausência competências técnicas na área da eficiência energética dificulta a identificação e implementação de MRE. Assim, a criação de redes de eficiência energética iria colmatar esta barreira, através da promoção de partilhas de experiências a nível da redução do consumo energético em processos. Este mecanismo vai para além dos seminários e workshops já existentes promovidos pelas associações empresariais, uma vez que se caracteriza por uma utilização prática das experiências partilhadas e uma monitorização regulada. Para isto seria necessário a contratação de um técnico exterior, um gestor de energia, de modo a que as instalações participantes obtenham conhecimentos relativamente a tecnologias, a otimização e interação de processos. Ainda poderá requerer a colaboração de uma entidade que sirva de intermediário por exemplo as agências de energia locais ou associações empresariais. Para o sucesso deste projeto, o número de instalações participantes teria de ser limitado. Posto isto, propõe-se a realização de um projeto piloto para que se avalie a eficácia do método, sendo importante que inicialmente fosse alvo de apoio financeiro. Para além da necessidade de subsídio, o projeto poderá implicar custos para as empresas no que respeita à adoção de eventuais MRE.

A tabela 4.8 apresenta uma síntese das propostas para a melhoria da eficiência energética no setor da indústria transformadora.

Tabela 4.8 - Síntese das propostas

Proposta	Tipo de intervenção	Impactes
Eliminação da isenção do ISP e aplicação de uma taxa de carbono	Regulamentar/ Económica	Promoção da inovação tecnologias de baixo carbono; Aumento dos investimentos de MRE; Atribuição de benefícios fiscais (deduções em sede de IRC).
Reformulação do sistema de obtenção de incentivos pelo FEE	Económica/ informação	Desburocratização os procedimentos de acesso a financiamento.
Subsídios a MRE	Económica	Critérios de avaliação da elegibilidade de candidaturas adequados. Implementação de MRE que de outra forma não seriam implementadas;
Dedução em sede IRC na implementação de MRE (motores elétricos; VEV; sistemas de gestão de energia; sistemas de controlo de iluminação; auditorias energéticas) Atribuição de vouchers	Económica	Implementação de MRE que de outra forma não seriam implementadas; Desburocratização dos procedimentos de acesso a financiamento.
Criação de redes de eficiência energética	Voluntária/ de informação/ económica	Troca de experiências e ganhos na produtividade; Ganhos a nível da transparência de dados referentes ao uso de energia.

5. Considerações finais

5.1. Conclusões

O principal objetivo da presente dissertação consistiu na identificação de barreiras à promoção de eficiência energética na indústria portuguesa, de forma a poder realizar orientações para a promoção da eficiência energética. Para tal foi necessário analisar o programa que se destina à indústria, analisar os incentivos existentes para apoiar os investimentos em eficiência energética, e incluir a visão das empresas do setor industrial sobre a temática.

Apesar do SGCIE ser visto como um exemplo a nível europeu por ser o único instrumento mandatário a nível europeu e de contribuir atualmente para de reduções de 118 757 tep/ano no setor da indústria transformadora, este mecanismo ainda apresenta espaço para melhorias. Verificou-se que a aplicabilidade do SGCIE se limita simplesmente ao cumprimento dos objetivos propostos, tendo sido eficaz na divulgação de MRE e consequente na sua implementação. Quando se fala na intensidade energética o setor total da indústria promoveu um decréscimo 9% desde 2008. Porém, existe um potencial por explorar, levando a crer que os objetivos podiam ser mais exigentes. Ainda, o facto de em 2012 ter surgido a possibilidade do programa abranger instalações com consumos superiores a 250 tep/ano de energia e de não terem sido incluídas até ao momento, revela a ausência de melhorias no programa.

A análise das taxas de execução aos compromissos estabelecidos também permitiu constatar as reduzidas exigências das metas relativas ao consumo de energia. Verificou-se que já no ano de 2014, a indústria apresentava uma taxa de execução de 50 % face à meta estipulada para 2020. Ora, os resultados apresentados nas revisões do PNAEE deveriam ser tidos em conta para ajustar as metas, e consequentemente aumentar a eficiência energética no setor. Por outro lado, o consumo de energia não permite avaliar efetivamente a o desempenho do país no que diz respeito à eficiência energética. Deste modo, como indicador de eficiência energética, a intensidade energética deveria ser tida em consideração na formulação de metas a atingir.

A adoção de medidas encontra-se depende de critérios relativos à viabilidade económica nomeadamente o PRI, a economia e o investimento inicial. Relativamente ao PRI, identificou-se uma média para cada tipologia de medidas inferior a cinco anos, o que vai de encontro ao que está legislado quanto às medidas que as instalações são obrigadas a adotar. No entanto, registaram-se vários casos em que os PRI eram superiores a cinco anos, podendo estes estarem associados à substituição de equipamentos obsoletos.

De um modo geral, os incentivos existentes continuam a ser insuficientes para as PME consumidoras de menos 500 tep/ano, e de certo modo também para as instalações com consumos superiores a 500 tep/ano. Embora se tenha verificado um aumento de verbas para apoiar a eficiência energética ao longo dos anos no âmbito do Fundo de Eficiência Energética (FEE), identificou-se uma barreira associada a estes incentivos. Foi possível concluir que mesmo considerando o PRI longo e os investimentos iniciais elevados como barreiras relevantes à implementação da eficiência energética poucos incentivos foram distribuídos no âmbito do FEE.

Isto leva a crer que a burocracia inerente à obtenção de incentivos financeiros corresponde a outra barreira relevante à eficiência energética. Ou seja, os processos de candidatura e o processo pós-candidatura são demasiado complexos, não sendo um incentivo que promova eficazmente a eficiência energética, com especial nas PME. Ainda, relativamente aos incentivos do FEE, sugere-se que haja uma reformulação dos critérios de seleção, que atualmente privilegiam medidas com menores PRI e menores custos por energia poupada. Quanto aos quadros comunitários analisados verificou-se uma regressão no apoio fornecido a projetos de eficiência energética no setor em estudo. O quadro comunitário em vigor apoia maioritariamente medidas de eficiência energética na administração pública e a nível de transportes, desvalorizando o apoio às empresas do setor da indústria.

Quanto a possíveis medidas a financiar, destacam-se as medidas associadas à tipologia dos motores elétricos, dado o seu impacto no consumo de energia total da instalação. Reforça-se a importância da criação de incentivos destinados à implementação de variadores eletrónicos de velocidade e de sistemas de gestão de iluminação, através da dedução em sede de IRC. Para além deste incentivo, é proposto a continuação da atribuição de subsídios a medidas, porém salienta-se a necessidade de alteração dos critérios de avaliação para a aprovação de candidaturas, assim como a desburocratização dos procedimentos relacionados com as candidaturas. Ainda de forma a simplificar o acesso a apoio, o financiamento poderia ser concedido através da emissão de *vouchers*. A atribuição de subsídios para a melhoria da eficiência energética deve ficar dependente dos resultados de uma auditoria energética. Mais especificamente, MRE que revelem ter PRI superior a 3 anos em PME, ou PRI superior a 5 anos em grandes empresas, e que em simultâneo promovam uma poupança energética significativa devem ser apoiadas financeiramente.

Relativamente a propostas de melhoria aos mecanismos existentes considera-se essencial a eliminação da isenção do ISP, apesar desta ter o seu papel na competitividade internacional. De facto, a maioria dos países estão sujeitos a benefícios fiscais de impostos sobre energia e de taxas de carbono como se verificou nos países de estudo: Dinamarca, Alemanha, Suécia e outros países. Contudo a grande maioria beneficia de reduções parciais e não totais dos impostos, ao contrário do que acontece em Portugal. Assim, defende-se que a eliminação de incentivos perversos seja uma medida que deve ser estipulada a nível comunitário através de uma revisão da regulamentação existente. De forma a complementar esta medida, considera-se crucial uma reformulação da taxa de carbono, articulado com o CELE e servindo as receitas deste para apoiar MRE.

5.2. Limitações e recomendações

A presente dissertação esteve sujeita a algumas limitações, as quais não podem ficar por mencionar. Durante o processo de aquisição de dados foram surgindo uma série de obstáculos e desafios inerentes à lacuna existente no reporte dos resultados provenientes das auditorias energéticas e dos PREn. É importante mencionar que inicialmente pretendia-se analisar a evolução dos indicadores económicos e ambientais associados às medidas implementadas e

não implementas tanto nas IEI como nas PMI. Devido a uma falha no software que recolhe e processa os dados, foi impossível aceder aos dados de forma desagregada. Desta maneira, não foi possível distinguir as instalações responsáveis pelo consumo superior a 500 tep/ano das instalações com consumo a inferior a 500 tep/ano, e as respetivas barreiras subjacentes a cada grupo. Ainda, não se encontrava disponível informações referentes às medidas identificadas nas auditorias e não implementadas. Ora, é fundamental que o software seja revisto, visto que os referentes dados são cruciais para averiguar quais os constrangimentos à melhoria da eficiência energética e promover melhores incentivos, sem que se recorra às auditorias energéticas individuais. O acesso às auditorias energéticas também se encontrou condicionado, devido às novas condições de proteção de dados. Ainda a identificação de lacunas a nível da informação condicionou os resultados, nomeadamente o valor referente à poupança anual, que corresponde a um valor acumulativo, pela consecutiva aprovação de novos PREn. Assim, sendo o valor disponibilizado encontra-se distorcido, não representando na realidade uma poupança energética anual constante. Acrescenta-se também que seria conveniente a divulgação de indicadores utilizados para a monitorização do cumprimento dos PREn, nomeadamente a intensidade energética e o consumo específico, de modo a ter a perceção do efeito real dos PREn no consumo de energia, comparando com o potencial identificado nos PREn.

No que diz respeito ao inquérito por questionário, esperava-se uma reduzida participação. Isto porque outros estudos já mostraram a falta de interesse das empresas em questionários que não sejam obrigatórios, considerando que estas já estão sujeitas a alguns questionários obrigatórios. Outra causa que contribuiu para a restrita colaboração das empresas corresponde ao facto de não existir uma rede disponível com contactos diretos dos funcionários das empresas com capacidade de responder ao questionário. Ou seja, assume-se que possivelmente a maioria dos e-mails enviados para a divulgação do inquérito tenha ficado perdido no correio eletrónico geral das empresas, nunca chegando a possíveis agentes aptos para o responder. Ora, isto salienta novamente a importância de criar redes de partilha de informação entre instalações. O facto de existir redes de eficiência energética para além de contribuir para a partilha de conhecimentos a nível da poupança energética entre instalações, permite também o contacto com outros *stakeholders*. A colaboração entre diferentes *stakeholders* pode, por sua vez, promover a inovação tecnológica, assim como contribuir para estudos científicos, estimulando uma maior perceção dos incentivos que as indústrias requerem.

5.3. Desenvolvimentos futuros

Para estudos posteriores seria útil explorar detalhadamente casos em que se tenham verificado projetos de sucesso em eficiência energética nas PME, de modo a identificar os fatores que conduziram à sua eficácia. Outra questão que não foi abordada na tese, foi o financiamento por terceiros ou por empresas de serviço de energia, através de contratos de desempenho energético. Ora, em estudos futuros seria interessante estudar o impacte deste tipo de instrumento na promoção da eficiência energética e as barreiras que se encontram associadas. No Capítulo 4.4 foram identificadas orientações com o intuito de contribuir para a promoção da

eficiência energética, nomeadamente a eliminação da isenção do ISP e um aumento da taxa de carbono. A introdução do ISP estaria sujeita a um período de adaptação, o que possibilitaria um aumento gradual do ISP ao longo do tempo de forma a destabilizar o menos possível as empresas. Relativamente à taxa de carbono, adicionado ao ISP, propôs-se a sua reformulação segundo o custo social do carbono e considerando as metas definidas. Assim, para desenvolvimentos futuros seria crucial proceder-se com um estudo da viabilidade das propostas, determinando o valor inicial mais adequado a aplicar à taxa de carbono e ao ISP inicialmente, assim como as respetivas projeções do aumento do imposto e da taxa de carbono ao longo do tempo. O estudo da exequibilidade da aplicação do imposto sobre a energia na indústria, poderá ser acompanhado por benchmarking mais detalhado dos mecanismos de taxação da energia existentes noutros países.

Referências bibliográficas

- Abdelaziz, E. A., Saidur, R., & Mekhilef, S. (2011). A review on energy saving strategies in industrial sector. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), 150–168. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.09.003>
- ADEME. (2015). *Energy Efficiency trends and policies in Industry*. Odyssee-Mure. Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie.
- ADENE. (2018a). Observatório da Energia: Dados e Indicadores UE-28. Agência para a energia. Retrieved May 3, 2018, from <https://www.observatoriodaenergia.pt/pt/energia-em-numeros/ue/2016/2016/bar/ktep/2476-2508-2509,2510,2524,2531,2532,2533>
- ADENE. (2018b). Observatório da Energia. Energia em números. Agência para a Energia. Retrieved June 20, 2018, from <https://www.observatoriodaenergia.pt/pt/energia-em-numeros/portugal/0/999/bar/ktep/2476-2508-2509,2510,2524,2531,2532,2533>
- ADENE. (2018c). Observatório da Energia. Mix energético. Retrieved October 9, 2018, from <https://www.observatoriodaenergia.pt/pt/energia-em-numeros/portugal/1990/2016/bar/tep/496-497-498,499,500,501,506,514>
- ADENE. (2018d). *Relatório Síntese junho 2018 - Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia*. Agência para a energia.
- AEP. (2015). *Benchmarking de Energia - Efinerg 2 – Eficiência Energética na Indústria*. Associação Empresarial Portuguesa.
- Aida. (2014). *Sistema de Gestão Energética - Guia Prático*. Associação Industrial do Distrito de Aveiro.
- Almeida, A. T. de C. P., Fonseca, P., Moura, P., Álvares, L. R., Azevedo, S., & Tavares, J. (2005). *Manual de Boas Práticas de Eficiência Energética*. BCSD Portugal. BCSD. Business Council for Sustainable Development. Portugal. Retrieved from http://www.eficiencia-energetica.com/images/upload/manual_boas_praticas_EE.pdf
- APA. (2015a). *2nd Biennial report to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. Agência Portuguesa do Ambiente.
- APA. (2015b). APA Instrumentos : Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE). Agência Portuguesa do Ambiente. Retrieved July 28, 2018, from <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=295>
- Arimura, T. H., Hibiki, A., & Katayama, H. (2008). Is a voluntary approach an effective environmental policy instrument?. A case for environmental management systems. *Journal of Environmental Economics and Management*, 55(3), 281–295. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2007.09.002>
- ATEE. (2015). *Third European Workshop Meeting of the White Certificates Club, Snapshot of Energy Efficiency Obligations schemes in Europe: main characteristics and main questions*. Association Technique Energie Environment.
- Lawrence, E. R. O. R. L., Price, L., & Worrell, E. (2000). *International Industrial Sector Energy Efficiency Policies*. Energy Analysis Department. Environmental Energy Technologies Division. Lawrence Berkeley National Laboratory 1.
- Backman, F. (2017). Barriers to energy efficiency in Swedish non-energy-intensive micro- and small-sized enterprises - A case study of a local energy program. Department of Thematic Studies-Technology and Social Change. Linköping University. Sweden, 10(1). <https://doi.org/10.3390/en10010100>
- BMWi. (2014). *Making more out of energy. National Action Plan on Energy Efficiency*. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. Germany.
- Brazão, A. C. S. (2012). *Políticas para a Promoção da Eficiência Energética na Indústria Portuguesa*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente. A Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. Portugal.
- Brunke, J. C., Johansson, M., & Thollander, P. (2014). Empirical investigation of barriers and drivers to the adoption of energy conservation measures, energy management practices and energy services in the Swedish iron and steel industry. *Journal of Cleaner Production*, 84(1), 509–525. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.078>
- Cagno, E., Worrell, E., Trianni, A., & Pugliese, G. (2013). A novel approach for barriers to industrial energy efficiency. *Elsevier. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 19, 290–308. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.11.007>

- Calau, J. P., Carneiro, J., Oliveira, F., Magueijo, V., Fernandes, M. C., Matos, H. A., & Nunes, C. P. (2010). *Medidas de Eficiência Energética Aplicáveis à Indústria Portuguesa: Um Enquadramento Tecnológico Sucinto*. ADENE. Agência para a Energia.
- Cambridge Econometrics. (2015). *Assessing the employment and social impact of energy efficiency final report* (Vol. 1). Cambridge Econometrics. United Kingdom.
- Chai, K., & Yeo, C. (2012). Overcoming energy efficiency barriers through systems approach — A conceptual framework. *Energy Policy*, 46, 460–472. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.04.012>
- CRES. (2017). *Barriers and costs from EEOSs and alternative measures from a market perspective: Review of EEOs and alternative measures in EU*. EU-MERCI EU. Center for Renewable Energy Sources and Saving. Greece.
- CRFV. (2015). *Reforma Fiscalidade Verde - Green Taxation Reform*. Comissão para a Reforma da Fiscalidade Verde. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. Retrieved from http://www.crescimentoverde.gov.pt/wp-content/uploads/2014/10/ReformaFiscalidadeVerde_GreenTaxReform_emagazine.pdf
- DEA. (2012). *Energy Efficiency Policies and Measures in Denmark Monitoring of Energy Efficiency in EU 27*. Danish Energy Agency. Denmark.
- DEA. (2014). *Energy Policy Toolkit on Energy Efficiency in Industries: Experiences from Denmark*. Danish Energy Agency. Denmark.
- DEA. (2015). *Energy Efficiency trends and policies in Denmark. National Report for the ODYSSEE-MURE Project Planning and Studies Department*. National Report for the ODYSSEE-MURE Project Planning and Studies Department. Denmark.
- DEA. (2016). *Energy Efficiency in Denmark*. Danish Energy Agency. Denmark.
- Decisão n.º 406/2009/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Abril de 2009 relativa aos esforços a realizar pelos Estados-Membros para redução das suas emissões de gases com efeito de estufa a fim de respeitar os compromissos de redução das emissões. *Jornal Oficial Da União Europeia*. https://doi.org/10.3000/17252555.L_2009.140.eng
- DEFRA. (2002). *Types of Environmental Policy instruments. Agriculture and water: A diffuse pollution review*. Department DWP Project Team. Department for Environment Food and Rural Affairs. United Kingdom.
- DGEG. (2018). *Energia em Portugal - 2016*. Relatório anual. Direção-Geral de Energia e Geologia.
- Diretiva 2012/27/EU do parlamento europeu e do conselho de 25 de outubro de 2012 relativa à eficiência energética, que altera as Diretivas 2009/125/CE e 2010/30/UE e revoga as Diretivas 2004/8/CE e 2006/32/CE. *Jornal Oficial Da União Europeia*, 1–56.
- Domingues, N. A. S. (2015). *Sistema de Suporte à Decisão no Sector Eléctrico com Indicadores de Desempenho: O Caso Português*. Tese para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Electrotécnica e de Computadores. Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa.
- EC. Commission Recommendation of 6 May 2003 concerning the definition of micro, small and medium-sized enterprises, Official Journal of the European Union § (2003). European Commission. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- EC. (2013). *Member States' Energy Dependence: An Indicator-Based Assessment. General for Economic and Financial Affairs-Occasional Papers 145*. European Commission. <https://doi.org/10.2765/41957>
- EEA. (2003). *Policy Instruments. Studying Public Policy: Policy Cycles and Policy Subsystems*. European Environment Agency.
- EEA. (2011). *Environmental tax reform in Europe: opportunities for eco-innovation (EEA Technical report No 17/2011)*. European Environment Agency. <https://doi.org/10.2800/84889>
- EEA. (2012). *Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2012 - Tracking progress towards Kyoto and 2020 targets*. European Environment Agency. European Environment Agency. <https://doi.org/10.2800/56770>
- EEA. (2014). *Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2012 and inventory report 2014*. European Environment Agency: European Environment Agency. Retrieved from <http://www.eea.europa.eu/publications/european-union-greenhouse-gas-inventory-2014>

- EEA. (2017a). *Progress of the European Union towards its greenhouse gas emission targets*. European Environment Agency. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/themes/climate/trends-and-projections-in-europe/trends-and-projections-in-europe-2017/progress-of-the-eu-towards#2-1-progress-in-reducing-total-greenhouse-gas-emissions-in-the-european-union>
- EEA. (2017b). *Trends and projections in Europe 2017*. European Environment Agency: European Environment Agency.
- EEA. (2018a). *Annual European Union greenhouse gas inventory 1990 – 2016 and inventory report 2018 Submission to the UNFCCC Secretariat*. European Environment Agency.
- EEA. (2018b). *Trends and projections in Europe 2016 - Tracking progress towards Europe's climate and energy targets*. European Environment Agency. <https://doi.org/10.2800/93693>
- EIA. (2017). *International Energy Outlook 2017* (Vol. IEO2017). Energy Information Administration. [https://doi.org/www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484\(2016\).pdf](https://doi.org/www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484(2016).pdf)
- Eichhammer, W. (2012). *Next phase of the European Climate Change Programme: Analysis of Member States' actions to implement the Effort Sharing Decision and Options for further Community-wide Measures. Industry sector – Policy case studies report*. Fraunhofer ISI. Retrieved from https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/effort/docs/esd_case_studies_industry_en.pdf
- Ericsson, K. (2006). *Evaluation of the Danish voluntary agreements on energy efficiency in trade and industry*. Retrieved from <http://www.aid-ee.org/documents/011Danishvoluntaryagreements.PDF>
- ERSE. (2017). *Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica para 2017-2018 - Impactes e Benefícios das Medidas Aprovadas*. Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos. Retrieved from [http://www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/2017/Documents/PPEC2017-2018\(Doc Medidas Aprovadas - Final\).pdf](http://www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/2017/Documents/PPEC2017-2018(Doc%20Medidas%20Aprovadas-Final).pdf)
- Eurostat. (2017). Eurostat - Tables, Graphs and Maps Interface - (TGM) table - Primary energy consumption. Retrieved August 25, 2018, from https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=t2020_33&plugin=1
- Eurostat. (2018). Eurostat - Tables, Graphs and Maps Interface (TGM) table -Energy dependence. Retrieved May 2, 2018, from https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=t2020_rd320&plugin=1
- Fawkes, S., Oung, K., & Thorpe, D. (2016). *Best Practices and Case Studies for Industrial Energy Efficiency Improvement – An introduction for policy makers*. ISBN: 9788793130814.
- FEE. (2012). *Lista de candidaturas a apoiar no âmbito do Aviso 02-FEE-SGCIE-2012*. Fundo de Eficiência energética. Portugal.
- FEE. (2017a). *Relatório Final da Análise de Candidaturas - Aviso 19 | Homologação SEEn*. Fundo de Eficiência energética. Portugal.
- FEE. (2017b). *Resultados finais de implementação do aviso 08 SGCIE-Incentivo à promoção da eficiência energética 2014*. Fundo de Eficiência energética. Portugal. Retrieved from http://www.pnaee.pt/images/files/aviso08/RFI_Aviso08_VFinal15.11.2017.pdf
- FEE. (2017c). *Resultados Finais de Implementação do Aviso 13*. Fundo de Eficiência energética. Portugal.
- Field, B. C., & Field, M. K. (2009). Environmental Policy Analysis. In *Environmental Economics: An Introduction* (5th ed., Vol. 4, p. 186). ISBN: 978-0-07-337576-2.
- Fresner, J., Morea, F., Krenn, C., Aranda Uson, J., & Tomasi, F. (2017). Energy efficiency in small and medium enterprises: Lessons learned from 280 energy audits across Europe. *Journal of Cleaner Production*, 142, 1650–1660. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.126>
- Geller, H., Harrington, P., Rosenfeld, A. H., Tanishima, S., & Unander, F. (2006). Policies for increasing energy efficiency: Thirty years of experience in OECD countries. *Energy Policy*, 34(5), 556–573. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.11.010>
- Greening, L. A., Creene, D. L., & Difiglio, C. (2000). Energy efficiency and consumption — the rebound effect: a survey. Elsevier, *Energy Policy*, 28 (6–7) (2000), pp. 389-401. Retrieved from https://ac.els-cdn.com/S0301421500000215/1-s2.0-S0301421500000215-main.pdf?_tid=2135450d-7af0-45e7-bcbc-c0ae0f009df5&acdnat=1536663781_54b545decf8c08cba408ce9055fe2445

- Gupta, S., Tirpak, D. A., Burger, N., Gupta, J., Höhne, N., Boncheva, A. I., ... Sari, A. (2007). Policies, Instruments and Co-operative Arrangements. *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 746–807. <https://doi.org/10.1088/0264-9381/22/1/L01>
- Hatch, M. . (2006). Assessing Environmental Policy Instruments: An Introduction. In *Environmental policymaking: assessing the use of alternative policy instruments* (pp. 1–15).
- Henzler, M., Hercegfi, A., Barckhausen, A., & Adelphi. (2017). Industrial Energy Efficiency and Material Substitution in Carbon-Intensive Sectors, (March 2017). Retrieved from http://unfccc.int/ttclear/misc_/StaticFiles/gnwoerk_static/TEC_documents/4541b2b5ea704911b74bed9b17cd96dc/fded7988bc1740cc844cd3dd705a9336.pdf
- IEA. (2014a). *Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency*. International Energy Agency. <https://doi.org/10.1787/9789264220720-en>
- IEA. (2014b). *Energy Efficiency Indicators: Essentials for Policy Making*. International Energy Agency.
- IEA. (2015a). *Accelerating Energy Efficiency in Small and Medium-sized Enterprises*. International Energy Agency.
- IEA. (2015b). Germany - Energy Consulting in SMEs (“Energieberatung Mittelstand”). <https://doi.org/International Energy Agency>
- IEA. (2016a). *Energy Policies of IEA Countries: Portugal*. International Energy Agency. Retrieved from https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Energy_Policies_of_IEA_Countries_Portugal_2016_Review.pdf
- IEA. (2016b). *Energy policies of IEA countries Japan*. International Energy Agency.
- IEA. (2016c). Germany - Energy Efficiency Networks Initiative (Initiative Energieeffizienz-Netzwerke). <https://doi.org/International Energy Agency>
- IEA. (2017a). Energy Efficiency - Policies and Measures Databases - Financial measures for small and medium sized businesses (preferential loan, tax, subsidy). Retrieved June 20, 2018, from <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/japan/name-50819-en.php?s=dHlwZT1lZSzdGF0dXM9T2s,&return=PG5hdiBpZD0iYnJlYWJRjcjVtYiI-PGEgaHJlZj0iLyl-SG9tZTwwYT4gJnJhcXVvOyA8YSBocmVmPSlvcG9saWNpZXNhbmRtZWZdXJlcy8iPIBvbGljaWVzIGFuZCBNZWFzdXJlc3VvYT4gJnJhcXVv>
- IEA. (2017b). Energy Efficiency 2017. Market Report Series. <https://doi.org/10.1787/9789264284234-en>
- IEA. (2017c). Germany - Energy Efficiency Systems in Trade and Industry Campaign. Retrieved July 20, 2018, from <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/germany/name-34672-en.php>
- IEA. (2017d). *Market-based Instruments for Energy Efficiency*. International Energy Agency. Retrieved from https://learn.uq.edu.au/bbcswebdav/pid-3007140-dt-content-rid-14037289_1/courses/ENGY7301S_6760_61977/MarketBased_Instruments_for_Energy_Efficiency.pdf
- IEA. (2017e). Sweden - Sector networks for industry. International Energy Agency. <https://doi.org/International Energy Agency>
- IEA. (2017f). Sweden Energy Efficiency in SMEs. <https://doi.org/International Energy Agency>
- IIP. (2018a). Fiscal incentives for energy efficiency. Industrial Efficiency Policy Database. Institute for Industrial Productivity. Retrieved June 19, 2018, from <http://iepd.iipnetwork.org/policy/fiscal-incentives-energy-efficiency>
- IIP. (2018b). Rebate on energy and electricity tax for energy intensive companies “Spitzenausgleich”. Industrial Efficiency Policy Database. Institute for Industrial Productivity. Retrieved July 13, 2018, from <http://iepd.iipnetwork.org/policy/rebate-energy-and-electricity-tax-energy-intensive-companies-“spitzenausgleich”>
- INE. (2018). Portal do Instituto Nacional de Estatística: Empresas em Portugal 2016. Retrieved February 7, 2018, from https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=318224733&PUBLICACOESmodo=2

- IPCC. (2007). *Mitigation of climate change: Contribution of working group III to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change. https://doi.org/http://www.ipcc.ch/publications_and_data/.htm
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014 - Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- Joanaz De Melo, J., Macedo, L., & Galvão, a. (2007). Application of the EcoBlock method to eco-design - Electric hand dryers versus paper towels. *Portugal SB 2007 - Sustainable Construction, Materials and Practices: Challenge of the Industry for the New Millennium*, 426–432. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84898906255&partnerID=tZOtx3y1>
- Li, M., & Tao, W. (2017). Review of methodologies and policies for evaluation of energy efficiency in high energy-consuming industry. *Applied Energy*, 187, 203–215. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.11.039>
- LNEG, IAPMEI, & ADENE. (2012). *Estratégia de eficiência energética em PME*. (IAPMEI, Ed.).
- MAOTE – Ministério do Ambiente Ordenamento do Território e Energia. (2015). *Crescimento Verde*.
- McKane, A., Desai, D., Matteini, M., Williams, R., & Risser, R. (2009). *Thinking Globally : How ISO 50001 – Energy Management can make industrial energy efficiency standard practice*. *Environmental energy technologies*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2172/983191>
- Odyssee-mure. (2015). *GER48 - Ecological Tax Reform (Energy and Electricity Tax) (Ökologische Steuerreform-Energie und Stromsteuer) General description*. Retrieved from http://www.measures-odyssee-mure.eu/public/mure_pdf/general/GER48.PDF
- Odyssee-Mure. (2011). *Energy Efficiency Profile : Denmark*.
- Odyssee-Mure database. (2017). Mure energy efficiency policy - Query Industry. Retrieved August 28, 2018, from http://www.measures-odyssee-mure.eu/output1A_in.asp
- OECD. (2001). *Environmentally Related Taxes in OECD Countries. Issues and Strategies*. Environmentally Related Taxes in OECD Countries. Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://doi.org/10.1787/9789264193659-en>
- OECD. (2018). *Taxing Energy Use 2018: Companion to the Taxing Energy Use Database*. Organisation for Economic Co-operation and Development. Paris: OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264289635-en>
- Oikonomou, V., Patel, M. K., van der Gaast, W., & Rietbergen, M. (2009). Voluntary agreements with white certificates for energy efficiency improvement as a hybrid policy instrument. *Energy Policy*, 37(5), 1970–1982. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.01.043>
- Panayotou, T. (1994). Economic instruments for environmental management and sustainable development. *United Nations Environment Programme's Consultative Expert Group Meeting*, 1–72. Retrieved from <http://classwebs.spea.indiana.edu/kenricha/Classes/V600/Spring> 2009 Class Readings/Frameworks/panyouto_econ_instru.pdf
- Paramonova, S., & Thollander, P. (2016). Energy-efficiency networks for SMEs: Learning from the Swedish experience. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 65, 295–307. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.088>
- Parrish, K., & Whelton, M. (2013). *Lean operations: An energy management perspective*. 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction, July 31 - August 2, Fortaleza, Brazil.
- Pereira, A. M., & Rodrigues, P. G. (2015). *A New Carbon Tax in Portugal: A Missed Opportunity to Achieve the Triple Dividend?* Retrieved from http://cefup.fep.up.pt/uploads/eco_seminars/2015/Paper_Alfredo_Marvão_Pereira_15.05.2015.pdf
- PMR. (2017a). *Appendix: Carbon tax case studies*. *Carbon Tax Guide: A Handbook for Policy Makers CARBON TAX CASE STUDIES*. World Bank. Washington, DC. Retrieved from [https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/26300/Carbon Tax Guide - Appendix web FINAL.pdf?sequence=7&isAllowed=y](https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/26300/Carbon%20Tax%20Guide%20-%20Appendix%20web%20FINAL.pdf?sequence=7&isAllowed=y)
- PMR. (2017b). *Carbon Tax Guide: A Handbook for Policy Makers*. World Bank, Washington, DC. Retrieved from [https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/26300/Carbon Tax Guide - Main Report web FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/26300/Carbon%20Tax%20Guide%20-%20Main%20Report%20web%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- PNAEE. (2017). *Terceiro PNAEE | 2017 - 2020 30 de abril de 2017*. Direção Executiva da Estrutura de Gestão do PNAEE. Retrieved from

- https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/pt_neeap_2017_pt.pdf
- PO SEUR. (2014). *Investimento e crescimento sustentável*. Retrieved from <https://www.portugal2020.pt/Portal2020/Media/Default/Docs/Programas Operacionais/BROCHURAS PO/POSEURBrochura.pdf>
- PORDATA. (2018). PIB (base=2011). Retrieved May 2, 2018, from [https://www.pordata.pt/Portugal/PIB+\(base+2011\)-130](https://www.pordata.pt/Portugal/PIB+(base+2011)-130)
- RCM n.º 20/2013. Anexo I - Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética. *Diário Da República*, 1.^a Série - N.º 70. 10 de Abril de 2013, (4 de Abril), 1–9. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- RCM n.º 20/2013. Plano de Acção Nacional para as Energias Renováveis ao abrigo da directiva 2009/28/CE. *Resumo Da Política Nacional de Energias Renováveis*, (iii), 6394–6397. https://doi.org/10.3000/17252555.L_2009.140.eng
- RCM n.º 29/2010. (Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/2010. *Diário da República*, 1.^a série — N.º 73 — 15 de Abril de 2010., 2020(Ene 2020), 926–1029. Retrieved from http://www.qren.pt/np4/file/1414/8_Estrat_gia_Nacional_para_a_Energia_202.pdf
- RCM n.º 56/2015. Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2015. *Diário da República*, 1.^a série, N.º 147, 30 de julho de 2015. Retrieved from https://www.apambiente.pt/_zdata/DMMC/RCM_56_2015.pdf
- República Portuguesa. (2018). Governo lança linha de 100 milhões de euros para promover eficiência energética - XXI Governo - República Portuguesa. Retrieved September 10, 2018, from <https://www.portugal.gov.pt/pt/gc21/comunicacao/noticia?i=governo-lanca-linha-de-100-milhoes-de-euros-para-promover-eficiencia-energetica>
- RNAE. (2014). *Sistemas de Gestão de Energia - Plano de Dinamização e Disseminação de Boas Práticas | Eficiência Energética no Setor Empresarial*. Associação das Agências da Energia e Ambiente.
- Rohdin, P., & Thollander, P. (2006). Barriers to and driving forces for energy efficiency in the non-energy intensive manufacturing industry in Sweden. *Energy*, 31(12), 1500–1508. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2005.10.010>
- Rosenberg, A., Schoopp, A., Neuhoﬀ, K., & Vasa, A. (2011). Impact of Reductions and Exemptions in Energy Taxes and Levies on German Industry CPI Brief.
- Santiago, A. G. (2017). *Melhoria do desempenho das lâmpadas LED através de novo conceito de design , conceção , fabrico e utilização*. Trabalho de Projeto apresentado para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica - Área de Especialização em Automação e Comunicações em Sistemas Industriais. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Portugal.
- Santos, R., Antunes, P., Martinho, S., & Lobo, G. (2002). *3º Relatório - Política de Ambiente e o Setor Energético*. Centro de Economia Ecológica e Gestão do Ambiente Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa.
- Schlomann, B., Eichhammer, W., Reuter, M., Frölich, C., & Tariq, S. (2015). Energy Efficiency trends and policies in Germany. *Energy*, (November 2015), 1–51.
- SEA. (2015). *Energy Efficiency Trends and Policies in Sweden*. - Swedish Energy Agency. Retrieved from <http://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-sweden.pdf>
- Seixas, J., Fortes, P., Gouveia, J. P., Simoes, S. G., Pereira, A., & Pereira, R. (2017). *THE ROLE OF ELECTRICITY IN THE DECARBONIZATION OF THE PORTUGUESE ECONOMY*. Retrieved from <https://fronteirasxxi.pt/wp-content/uploads/2018/03/Estudo-descarbonização-da-economia-portuguesa.pdf>
- Smith, J. E., & Urpelainen, J. (2017). *Removing fuel subsidies : How can international organizations support national policy reforms ?* <https://doi.org/10.1007/s10784-017-9358-9>
- Sorrell, S., Scott, S., O'Malley, E., & Schleich, J. (2004). *The Economics of Energy Efficiency*. *Encyclopedia of Energy*. Dublin. ISBN: 9780121764807 978.
- Sugino, M., & Arimura, T. H. (2011). The effects of voluntary action plans on energy-saving investment: An empirical study of the Japanese manufacturing sector. *Springer*, 13(3), 237–257. <https://doi.org/10.1007/s10018-011-0015-1>
- Tanaka, K. (2011). Review of policies and measures for energy efficiency in industry sector. *Energy Policy*, 39(10), 6532–6550. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.07.058>
- The Economist Intelligence Unit. (2012). *A view from the building sector Energy efficiency and energy*

- savings A report from the Economist Intelligence Unit Commissioned by Energy efficiency and energy savings A view from the building sector. Retrieved from http://www.bpie.eu/uploads/lib/document/attachment/16/EIU_CaseStudy_Report_2012.pdf
- Thollander, P. (2008). *TOWARDS INCREASED ENERGY EFFICIENCY IN - BARRIERS , DRIVING FORCES & POLICIES*. Linköping University - Institute of technology.
- Thollander, P., Zubizarreta Jiménez, R., Morales, I., Kimura, O., Cornelis, E., Karlsson, M., ... Backlund, S. (2014). *Energy end-use policies and programs towards industrial SMEs-the case of Japan, Belgium, Spain and Sweden IEA IETS Annex XVI Energy Efficiency in SMEs Task I*. International Energy Agency. Retrieved from https://iea-industry.org/app/uploads/annex-xvi-task_1.pdf
- Thomas, S., Suerkemper, F., Adisorn, T., Hauptstock, D., Sparenberg, C. S., Tholen, L., & Vondung, F. (n.d.). *Energy Efficiency Policies in Europe Case Study: The Danish Energy Efficiency Obligation Scheme*.
- Trianni, A., & Cagno, E. (2012). Dealing with barriers to energy efficiency and SMEs : Some empirical evidences. *Energy*, 37(1), 494–504. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.11.005>
- Trianni, A., Cagno, E., & Farné, S. (2016). Barriers , drivers and decision-making process for industrial energy efficiency : A broad study among manufacturing small and medium-sized enterprises q. *Applied Energy*, 162, 1537–1551. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.02.078>
- Trianni, A., Cagno, E., Worrell, E., & Pugliese, G. (2013). Empirical investigation of energy efficiency barriers in Italian manufacturing SMEs. *Energy*, 49, 444–458. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.10.012>
- UN. (2015). *Adoption of the Paris Agreement - Paris Agreement*. UNFCCC. Retrieved from https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf
- UNIDO. (2008). *Standards for Energy Efficiency, Water, Climate Change, and their Management*. United Nations Industrial Development Organization. Retrieved from <https://docplayer.net/61858654-Standards-for-energy-efficiency-water-climate-change-and-their-management.html>
- UNIDO. (2011). *Industrial Development Report 2011 Industrial Energy Efficiency for Sustainable Wealth Creation*.
- UNIDO. (2018). *Industrial Development Report 2018. Demand for Manufacturing: Driving Inclusive and Sustainable Industrial Development*. Vienna. Retrieved from https://www.unido.org/sites/default/files/files/2017-11/IDR2018_FULL REPORT.pdf
- UPRC. (2016). *Energy Saving Policies and Energy Efficiency Obligation Scheme* (Vol. 2015). University of Piraeus Research Center Sources,. <https://doi.org/http://dx.doi.org/>
- Viesi, D., Pozzar, F., Federici, A., Crema, L., & Mahbub, M. S. (2017). Energy efficiency and sustainability assessment of about 500 small and medium-sized enterprises in Central Europe region. *Energy Policy*, 105(September 2016), 363–374. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.02.045>
- Watanabe, R. (2012). Climate Policy Changes in Germany and Japan: A path to paradigmatic policy change (pp. 74–103). <https://doi.org/10.4324/9780203815786>
- WBG. (2012). Market-Based Instruments / Economic Incentives. In *Guidance Note on Tools for Pollution Management* (pp. 1–13). World Bank Group. Retrieved from <http://documents.worldbank.org/curated/en/2012/01/16565836/getting-green-sourcebook-pollution-management-policy-tools-growth-competitiveness>
- WEC. (2013a). *World Energy Perspective. Energy efficiency policies : what works and what does not*. World Energy Council. London.
- WEC. (2013b). *World Energy Scenarios - Composing energy futures to 2050*. World Energy Council. London.

Apêndice I – Inquérito : Eficiência Energética na Indústria – Barreiras e Incentivos

O questionário pode ser consultado em: <https://goo.gl/forms/MbH14TO6ReK6LgpJ2>

Eficiência Energética na Indústria - Barreiras e Incentivos



O presente questionário está inserido no estudo de incentivos para a promoção da eficiência energética na indústria, no âmbito de uma dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Atualmente a promoção da eficiência energética na indústria é uma prioridade nacional já que melhora a competitividade minimiza a vulnerabilidade a variações dos preços da energia e responde a requisitos regulamentares para uma produção mais limpa.

Para superar as barreiras de mercado é fundamental a formulação de políticas e programas, com incentivos adequados, com especial atenção às pequenas e médias empresas. Assim sendo, precisamos da sua opinião para melhorar o sistema de incentivos existentes para a sua empresa. O presente questionário demora 10 minutos a ser preenchido.

Os dados obtidos no questionário serão tratados sob reserva de confidencialidade, sendo usados somente para fins estatísticos.

Em caso de dúvida, não hesite em contactar: Ana Serra - ar.serra@campus.fct.unl.pt (92 57 54 365)

Características Gerais da instalação

A1. Qual a localização da instalação? (Concelho) *

A sua resposta

A2. Quantos são os trabalhadores da instalação? *

- ☐ menos de 10 pessoas (inclusive)
- ☐ entre 10 e 50 pessoas (inclusive)
- ☐ entre 50 e 250 pessoas (inclusive)
- ☐ mais de 250 pessoas

A3. Qual o volume de negócios da instalação? (€/ano)

A sua resposta

A4. A indústria tem implementado algum sistema de gestão ?

- ☐ ISO 50001 - Sistema de gestão de energia
- ☐ ISO 14001- Sistema de gestão ambiental
- ☐ EMAS - Sistema comunitário de ecogestão e auditoria
- ☐ ISO 9001 - Sistema de Gestão da Qualidade
- ☐ Outra: _____

A5. Dados para efeitos de contacto (nome: e-mail e/ou número de telemóvel)

A sua resposta _____

ANTERIOR

SEGUINTE

B1. Qual o consumo energético da instalação no último ano?
(indicar unidades: tep/ano ou kWh/ano) *

A sua resposta _____

B2. Quais as fontes de energia utilizadas na instalação? *

- ☐ Eletricidade (da rede)
- ☐ Carvão
- ☐ Derivados de petróleo
- ☐ Gás natural
- ☐ Resíduos próprios
- ☐ Outra: _____

B3. Qual a representatividade médios custos relativos a energia na estrutura de custos da instalação (incluindo o transporte)? *

- ☐ < 5%
- ☐ 5% -10%
- ☐ 10% - 30%
- ☐ 30% - 50%
- ☐ > 50%

B4. A instalação já foi sujeita a auditorias energéticas? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

ANTERIOR

SEGUINTE

Iniciativas no âmbito da eficiência energética

C1. Como classifica de 1 (menos importante) a 5 (muito importante) os critérios para a seleção de medidas de eficiência energética?

	1	2	3	4	5
Investimento inicial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução das emissões de poluentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução de fatura energética	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Período de retorno do investimento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outro (especificar na pergunta C2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

C2. Caso tenha outro critério para a seleção de medidas de eficiência energética, diga qual?

A sua resposta

C3. São adotadas medidas se ...

	1 ano	2 anos	3 anos	4 anos	5 anos	6 anos	7 anos
Se o período de retorno de investimento for inferior a...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

C4. Quais das medidas transversais foram identificadas em auditorias energéticas e quais foram adotadas?

	Identificada	Implementada
1. Motores elétricos - Otimização de motores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Motores elétricos - Sistemas de bombagem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Motores elétricos - Sistemas de ventilação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Motores elétricos - Sistemas de compressão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Produção de Calor e Frio - Cogeração	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Produção de Calor e Frio - Sistemas de combustão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Produção de Calor e Frio - Frio Industrial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Iluminação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Eficiência do Processo Industrial / Outros - Monitorização e controlo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Eficiência do Processo Industrial / Outros - Tratamento de efluente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. Eficiência do Processo Industrial / Outros - Integração de processos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Eficiência do Processo Industrial / Outros - Manutenção de equipamentos consumidores de energia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Eficiência do Processo Industrial / Outros - Isolamentos térmicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Eficiência do Processo Industrial / Outros - Transportes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Eficiência do Processo Industrial / Outros - Formação e sensibilização de recursos humanos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Eficiência do Processo Industrial / Outros - Redução da energia reativa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

C5. Caso tenha implementado outras medidas de eficiência energética, indique quais.

A sua resposta

C6. Qual o motivo pelo qual não foram implementadas as medidas identificadas nas auditorias?

- ☐ Período de retorno de investimento prolongado
- ☐ Investimento inicial elevado
- ☐ Reduzido potencial de poupança da medida
- ☐ Outra:

C7. Especifique a razão pela qual não foram adotadas as medidas identificadas em C3.

A sua resposta

D1. Qual o setor de atividade da instalação? *

Selecionar



ANTERIOR

SEGUINTE

D-AI1. Que medidas específicas foram identificadas em auditorias e foram implementadas?

	Identificada	Implementada
1. Otimização da esterilização	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Processos de separação com membranas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Mudança de moinhos horizontais para verticais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Destilação a vácuo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

D-AI2. Caso tenha implementado outras medidas de eficiência energética, indique quais.

A sua resposta _____

D-AI3. Qual o motivo pelo qual não foram implementadas as medidas identificadas nas auditorias?

- ☐ Período de retorno de investimento prolongado
- ☐ Investimento inicial elevado
- ☐ Reduzido potencial de poupança da medida
- ☐ Outra: _____

D-AI4. Especifique a razão pela qual não foram adotadas as medidas identificadas em C3.

A sua resposta _____

ANTERIOR

SEGUINTE

D2. A instalação encontra-se registada... *

- ☐ no programa SGCIE (Sistema de Gestão de Consumo Intensivo de Energia)
- ☐ no CELE (Comércio Europeu de Licenças de Emissão)
- ☐ no programa SGCIE (Sistema de Gestão de Consumo Intensivo de Energia) e no CELE (Comércio Europeu de Licenças de Emissão)
- ☐ Não aplicável
- ☐ Outra: _____

D3. A instalação já realizou planos de Racionalização de Consumos Energéticos (PREn)? *

- ☐ Sim, está a decorrer um PREn e pretende-se fazer um novo PREn posteriormente.
- ☐ Sim, realizou-se um PREn, no entanto não se pretende realizar novamente.
- ☐ Nunca

ANTERIOR

SEGUINTE

Motivações e barreiras associadas à eficiência energética

E1. Já adotou algum tipo de medida de eficiência energética? Especifique

A sua resposta

E2. Porque é que a instalação não realiza auditorias energéticas? *

- ☐ Investimento elevado
- ☐ Falta de competências técnicas
- ☐ O consumo energético não é um fator crítico na empresa
- ☐ Falta de incentivos para a realização das auditorias energéticas
- ☐ Outra: _____

E3. Porque é que a instalação não se encontra registada no Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE)? *

- ☐ Desconhecimento dos benefícios e dos custos associados
- ☐ Acesso a capital limitado
- ☐ Como é um sistema voluntário, não se optou por se registar
- ☐ Os benefícios e custos associados não compensam para pequenas e médias empresas
- ☐ Outra: _____

E4. De modo geral, quais as barreiras à adoção de medidas de eficiência energética na instalação ? (Escolha no máximo 3 barreiras) *

- ☐ Investimento inicial elevado
- ☐ Acesso a capital limitado
- ☐ Outras prioridades de investimento
- ☐ Falta de conhecimento na área de energia e eficiência energética, e consequentemente dificuldade na identificação de oportunidades de melhoria
- ☐ Falta de tempo do responsável pela gestão industrial e baixa prioridade atribuída à gestão energética na instalação.
- ☐ Falta de regulamentação adequada
- ☐ Outra: _____

ANTERIOR

SEGUINTE

Motivações e barreiras associadas à eficiência energética

E1. Quais as vantagens ou as razões pelas quais compensa estar registado no Sistema de gestão de consumos de energia (SGCIE) ? E indique aspetos negativos, caso se verifiquem.

A sua resposta _____

E2. Quais as motivações para a adoção de medidas de eficiência energética na indústria em questão. (Escolha no máximo 3 motivações) *

- ☐ Isenção do ISP (imposto sobre produtos petrolíferos)
- ☐ Melhoria da imagem do desempenho ambiental
- ☐ Melhoria do sistema de produção
- ☐ Obrigação Legal (nomeadamente o DL n.º 71/2008 que estabelece o Sistema de gestão do consumo intensivo de energia)
- ☐ Redução de custos na empresa através da redução do consumo energético
- ☐ Outra: _____

E3. Quais as barreiras à adoção de medidas de eficiência energética na instalação? (Escolha no máximo 3 barreiras) *

- ☐ Acesso a capital limitado
- ☐ Investimento inicial elevado
- ☐ Outras prioridades de investimento
- ☐ Falta de conhecimento na área de energia e eficiência energética, e consequentemente dificuldade na identificação de oportunidades de melhoria
- ☐ Falta de tempo do responsável pela gestão industrial e baixa prioridade atribuída à gestão energética na instalação.
- ☐ Falta de regulamentação adequada
- ☐ Outra: _____

ANTERIOR

SEGUINTE

Motivações e barreiras associadas à eficiência energética

E1. Porque é que a instalação não se encontra registada no Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE)? *

- ☐ Desconhecimento dos benefícios e dos custos associados
- ☐ Acesso a capital limitado
- ☐ Como é um sistema voluntário, não se optou por se registar
- ☐ Não compensa para pequenas e médias empresas
- ☐ Outra: _____

E2. Quais as principais motivações para a adoção de medidas de eficiência energética na instalação? (Escolha no máximo 3 motivações) *

- ☐ Isenção do ISP (imposto sobre produtos petrolíferos)
- ☐ Melhoria da imagem do desempenho ambiental
- ☐ Melhoria do sistema de produção
- ☐ Obrigação legal (nomeadamente o DL n.º 71/2008 que estabelece o Sistema de gestão do consumo intensivo de energia)
- ☐ Redução de custos na empresa através da redução do consumo energético
- ☐ Outra: _____

E3. Quais as principais barreiras à adoção de medidas de eficiência energética na instalação? (Escolha no máximo 3 barreiras) *

- ☐ Investimento inicial elevado
- ☐ Acesso a capital limitado
- ☐ Outras prioridades de investimento
- ☐ Falta de conhecimento na área de energia e eficiência energética, e consequentemente dificuldade na identificação de oportunidades de melhoria
- ☐ Falta de tempo do responsável pela gestão industrial e baixa prioridade atribuída à gestão energética na instalação.
- ☐ Falta de regulamentação adequada
- ☐ Outra: _____

ANTERIOR

SEGUINTE

Incentivos à adoção de medidas de eficiência energética

F1. Tem conhecimento da existência de sistemas de incentivos para a eficiência energética, nomeadamente... ?

- ☐ Incentivos à Qualificação das PME
- ☐ Incentivos à Investigação e Desenvolvimento Tecnológico (I&DT)
- ☐ Incentivos de Eficiência Energética na Indústria, (FEE)
- ☐ Programa Horizonte 2020
- ☐ Linhas de crédito (ex. Linha Capitalizar)
- ☐ Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica (Programa PPEC)
- ☐ Nenhum
- ☐ Outra: _____

F2. Como teve conhecimento dos sistemas de incentivo referidos anteriormente? *

- ☐ Através de informação disponível nos sites de associações empresariais
- ☐ Através de sessões de esclarecimentos ou workshops
- ☐ Através dos sites de programas de apoio
- ☐ Através de consultores
- ☐ Através de outras empresas
- ☐ Através de universidades
- ☐ Não aplicável (Desconhecimento de incentivos existentes)
- ☐ Outra: _____

F3. A que incentivos de eficiência energética já se candidatou? E quais foram os que estiveram associados a mais fácil e difícil acesso?

A sua resposta _____

F4. Como considera o funcionamento dos incentivos para a eficiência energética, de modo geral? *

	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Discordo parcialmente	Discordo totalmente	Não aplicável
O processo de candidatura é explícito.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O processo é excessivamente complexo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Os critérios de aprovação são explícitos e justos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Os prazos para a candidatura são prolongados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O tempo para a avaliação de candidaturas e aprovação é demorado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Os incentivos destinam-se apenas à indústrias de maior dimensão.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Só é possível implementar medidas se houver acesso a apoio financeiro .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Os incentivos existentes ainda são insuficientes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A divulgação de incentivos é reduzida.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

F5. Refira aspetos que dificultam o acesso a apoios financeiros para a promoção da eficiência energética, e eventuais sugestões

A sua resposta

ANTERIOR

SUBMITER

Apêndice II - Entrevista a Eng.º Jaime Braga (CIP) – Barreiras e Incentivos à promoção da eficiência energética

1. Qual o papel da CIP na promoção da eficiência energéticas nas empresas?
2. Numa perspetiva empresarial quais são os principais obstáculos/ barreiras à adoção de medidas de eficiência energética?
 - a. Os obstáculos existentes a nível nacional divergem consoante a dimensão das empresas?
 - b. Os obstáculos existentes a nível nacional divergem consoante os sectores de atividade das empresas?
 - c. Conhece o período de retorno de investimento médio que as empresas consideram aceitável para a implementação de projetos de eficiência energética?
 - d. O acesso limitado a informação e a programas de formação para empresas/empresários é uma barreira à adoção de medidas de eficiência energética? Se sim o que proporia para ultrapassar a barreira?
3. Numa perspetiva institucional, quais as barreiras associadas à formulação de políticas de promoção de eficiência energética adequadas.
4. Em termos de incentivos, quais os que se destacam especificamente para a eficiência energética?
 - a. Os incentivos existentes direcionam-se mais para as grandes empresas (que geralmente correspondem a instalações com consumo intensivo de energia). No entanto, a elevada expressão de PME no contexto nacional revela que há um consumo energético elevado por explorar. Na sua opinião como podem ser abordadas as políticas para abranger estes dois grupos?
 - b. Pelas respostas que obtive no questionário (não sendo uma amostra representativa da indústria portuguesa), verifiquei que a maioria considera os processos de candidatura a incentivos financeiros complexos e que não são de fácil acesso às PME. Qual é a sua opinião?
5. No âmbito da tese estive a analisar tipologias de medidas de eficiência energética que são frequentemente adotadas, porém não tive acesso às medidas não implementadas. Assim sendo, pergunto se tem conhecimento de alguma(s) medida(s) ou tecnologia(s) que possam ser frequentemente consideradas, mas acabam por não ser implementadas por e.g. custos elevados.
6. No âmbito da tese estudei países como a Alemanha e a Suécia, sendo estes exemplos de países que têm investido em políticas relacionadas com a promoção da partilha de experiências no âmbito dos consumos de energia, criando redes específicas para grupos de indústrias, permitindo a interação entre as indústrias e os outros stakeholders.
 - a. Gostaria de saber se o que existe pode-se comparar a estas políticas.
 - b. Se seria vantajoso adotar um projeto semelhante em Portugal e que tipo de implicações poderia ter em termos administrativos e financeiros.

- c. E se de alguma forma a CIP poderia cooperar em projetos deste tipo.
7. Em Portugal vigora o Sistema de Gestão de Consumo Intensivo de energia, como instrumento mandatário para grandes empresas. Este programa está associado a um benefício fiscal, permitindo que as empresas fiquem isentas de pagar o Imposto sobre os produtos petrolíferos (ISP).
- a. O que acha deste incentivo?
 - b. Acha que o custo da taxa de carbono implícita no ISP é um incentivo suficiente para fomentar o aumento de eficiência energética nas empresas?
 - c. Caso se eliminasse gradualmente a isenção de ISP para as empresas abrangidas pelo SGCIE e se aumentasse gradualmente a taxa de carbono, qual seria o impacto para as empresas?
 - d. A implementar a medida descrita, qual seria a forma de implementar a medida que incentivasse o investimento em eficiência sem comprometer a viabilidade da atividade das empresas?

Apêndice III – Impactes evitados por setor de atividade

Tabela A - Indicadores ECOBLOK determinados para cada setor de atividade segundo os códigos CAE (Rev.3)

Setor de atividade	GHG totais evitados atualmente	Emissão de poluentes para o ar evitada	Emissão de poluentes para água e solo evitada	Água captada evitada	extração de recursos evitada	Uso de solo evitado
	t CO ₂ eq	t NO _x eq	t Neq	dam ³ eq	t eq	ha eq
10. Ind. Alim.	63 673	1 250,8	8 433	389 838	58 486	627
11. Ind. Beb.	6 117	168,9	1 027	44 541	7 006	53
12. Ind. Tab.	2 448	39,5	478	25 018	2 242	27
13. Ind. Tex.	61 098	1 140,3	7 969	340 050	58 072	523
14. Ind. Vest.	2 253	39,1	302	13 833	2 046	18
15. Ind. Couro	1 935	36,3	296	14 469	1 750	16
16. Ind. Mad.	17 831	535,5	4 413	222 769	18 196	248
17. Ind. Pap.	4 084	70,3	698	35 535	3 747	39
18. Ind. Impr.	3 464	57,4	707	37 551	3 212	40
19. Fab. Coq./ Pet.	118	3,1	23	1 180	111	1
20. Ind. Qui.	42 096	1 518,7	7 647	297 265	49 821	383
21. Fab. Farm.	5 983	103,7	1 178	62 218	5 516	67
22.Ind. Plás.	31 684	642,6	7 133	381 460	31 548	540
23. Fab. Min.	33 933	474,6	2 946	97 990	29 068	136
24.Ind. Metal. Base	14 412	268,5	2 855	148 144	13 353	162
25. Fab. Prod. Metál.	11 015	172,2	1 905	96 781	10 105	106
26. Fab. Eq. Inf.	3 065	54,5	729	40 141	2 911	42
27. Fab. Eq. Elé.	7 274	130,7	1 741	96 014	6 933	101
28. Fab. Máq/ Eq.	3 397	59,5	784	42 930	3 223	45
29. Fab. Veí.	18 799	316,3	3 969	212 554	17 525	227
30.Fab. Eq. Transp.	1 410	25,6	312	16 955	1 345	18
31.Fab. Mob	2 457	52,0	534	28 285	2 371	31

32. Outras Ind. Transf.	2 362	58,8	352	15 608	2 523	19
33.Rep. Man. Inst.	1 387	37,2	243	10 671	1 585	13
01. Agr.	1 376	30,3	226	10 575	1 273	12
03. Pesca e aqu.	548	10,8	148	8 326	534	9
04-06. Ind. Ext.	6 821	146,4	1 371	70 933	6 511	77
35. Eletric.	257	22,1	41	11	469	1
36. Cap. Trat. Dist. Ág.	3 615	69,6	1 004	56 972	3 528	59
37.Rec. Tra. Ág. Res.	4 626	89,6	1 256	70 786	4 525	74
38.Rec. Trat. Elim. Res.	9 048	325,0	1 401	50 372	11 534	93
41.Prom. Imob. Const. Ed.	54	1,0	15	854	53	1
42.Eng. Civ.	1 123	30,1	72	1 183	1 053	3
46.Com. Gro.	3 010	52,9	453	22 281	2 710	25
47.Com. Ret.	1 552	32,2	404	22 329	1 554	24
49.Transp. Terr.	798	15,3	220	12 474	780	13
52.Armaz. Ativ. Transp.	4 031	90,4	821	42 037	3 922	46
53.Ativ. Post/ cour.	689	12,4	170	9 415	657	10
55.Aloj	84	1,3	15	747	76	1
56.Rest. Sim.	486	8,3	108	5 841	455	6
61.Telec.	790	15,2	220	12 463	771	13
62.Cons. Prog. Inf.	142	2,7	40	2 244	139	2
63. Ativ. Serv. Inf.	38	0,7	11	605	37	1
64. Ativ. Serv. Fin.	126	2,4	34	1 909	123	2
68. Ativ. Imob.	1 395	26,4	377	21 262	1 353	22
70.Ativ. Soc./ Cons. Gest.	1 300	25,0	360	20 419	1 268	21
77.Ativ. Alug.	481	7,5	37	1 023	411	2
82. Ativ. Serv. Admin.	537	10,3	149	8 427	524	9
84. Admin. Púb. Def.	258	5,5	56	3 027	256	3
91. Ativ. Bibl. Arq.	156	4,9	35	1 692	192	2

93. Ativ. Desp.	234	7,9	47	2 059	299	2
94. Ativ. Org.	2 063	32,5	115	2 770	1 709	5
96. Outras Ativ. Serv. Pes.	252	4,6	18	507	218	1
Total	388 183	8 340	65 897	3 135 344	379 633	4 024